

رولاند جاكسون

ترجمة

د. إبراهيم علي الجندي

الكيمياء في خدمة الإنسان

تأليف

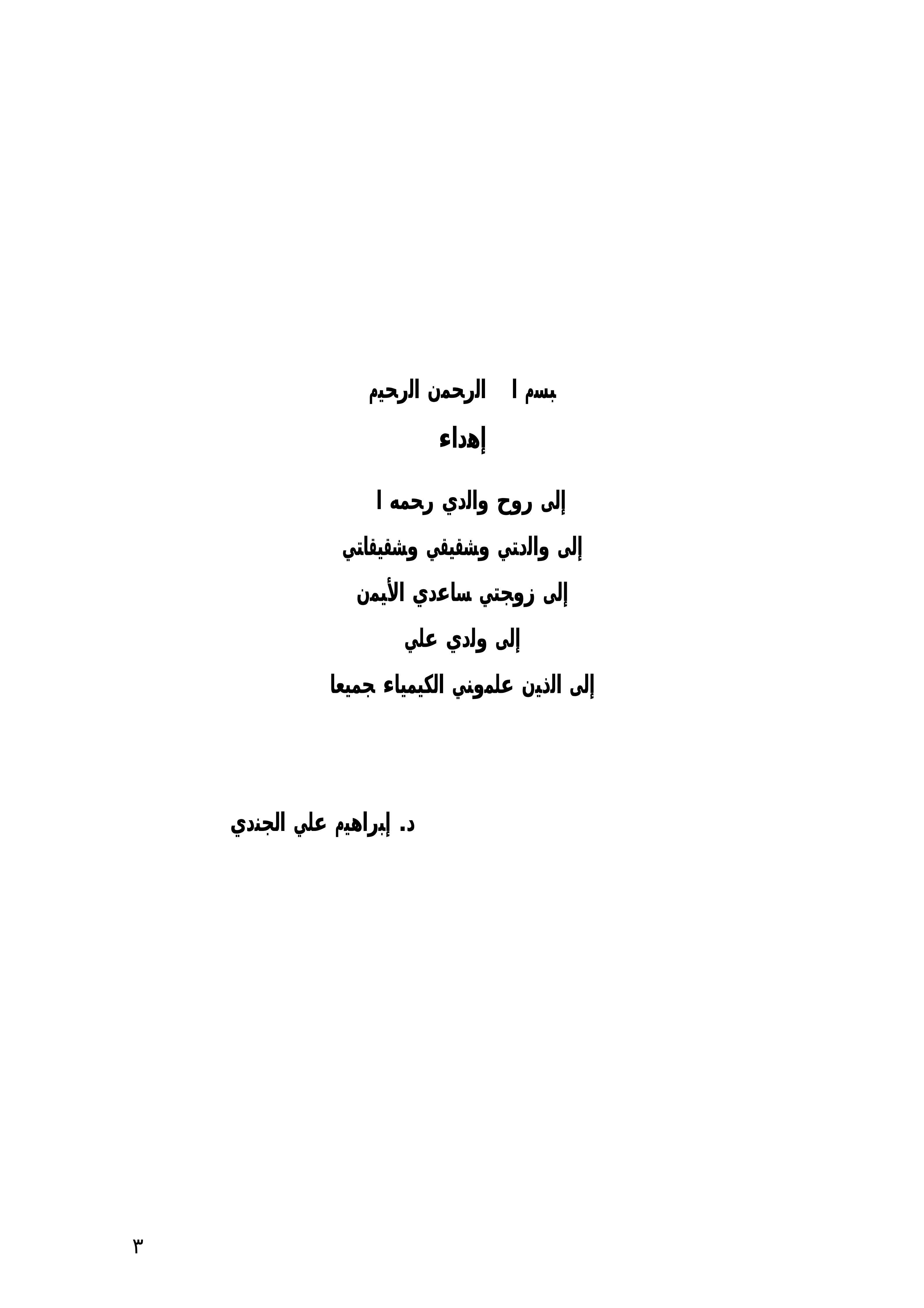
رولاند جاكسون

ترجمة

د. إبراهيم علي ا ندي

مراجعة

د. مد حلمي النجدي



بسم ا الرحمن الرحيم

إهداء

إلى روح والدي رحمه ا

إلى والدتي وشقيقي وشقيقاتي

إلى زوجتي ساعدي الأيمن

إلى ولدي علي

إلى الذين علموني الكيمياء جميعا

د. إبراهيم علي الجندي

الفهرس

الجزء الأول ـ كيمياء الطاقة

الجزء الثاني ـ كيمياء المواد

الجزء الثالث ـ كيمياء إنتاج الطعام

الجزء الرابع ـ الكيمياء في المنزل

مقدمة

بسم ا الرحمن الرحيم والحمد رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الخلق وسيد المرسلين وخاتم النبيين سيدنا محمد ﷺ وعلى آله وصحبه وسلم أجمعين وبعد. فهذه ترجمة لكتاب Chemistry in Use لمؤلفه Roland Jackson، ومن المعلوم أن الكيمياء تلعب دورا كبيرا في حياة الإنسانية فالوقود الأحفوري ("زيت البترول – الفحم – الغاز الطبيعي")، والطاقة الجديدة والمتجددة (مثل: الطاقة الشمسية وطاقة الريح والبتروكيماويات) والفلزات (مثل: الحديد والصلب والسبائك الحديدية وغيرها والألمونيوم) والكيمياويات المشتقة من ملح الطعام، وكذلك كيمياء إنتاج الطعام والكيمياء الموجودة في منازلنا مثل مصادر الماء وتنقيته ومعاملة المنصرف منه للمجاري والماء اليسر والعسر، وكذا كيماويات البناء مثل الأسمنت والآجر، وكذا كيماويات البناء الحديث التي انتشرت حاليا، وكذا أوعية الطهي المستخدمة حديثًا وأفران الميكروويف والبيرة والنبيذ والصابون والمنظفات الصناعية والملونات والمواد الحافظة للطعام ومكسبات الطعم والرائحة، وغيرها من الموضوعات التي تناولها الكتاب تؤكد مدى تعاظم الدور الذي تلعبه الكيمياء في حياة الإنسان ومدى الخدمات الجليلة التي تقدمها للبشرية.

ولك أن تتصور مدى تعاظم هذا الدور إذا غابت الكيمياء عن حياة البشرية.. ستتقف الحياة حتى السيارات والطائرات والسفن والقاطرات، ولن تمضي الحياة قدما إلى الأمام أبدا.

لقد لعب العرب القدامى دورا كبيرا في الكيمياء، ومن أمثال العلماء المبرزين جابر بن حيان الذي أضاف الكثير في مجال الكيمياء؛ مثل تحضير الزاج الأخضر وبلورته.

وأبو بكر الرازي أو جالينوس العرب هو مؤسس الكيمياء الحديثة، وطريقته الحديثة في اختيار المواقع الصحية التي يطلق عليها حاليا اسم البيئة الصحية؛ هي محل إعجاب وتقدير الأطباء حتى يومنا هذا؛ حيث وضع بعض قطع اللحم في أنحاء مختلفة من بغداد، وأخذ يلاحظ سرعة سير التعفن فيها، وأنسب الأماكن من حيث نقاء الجو واعتداله هي أقلها فاعلية في سير التعفن، وبهذه الطريقة السهلة الميسورة تحقق من المكان الصحي المناسب لبناء المصحة.

ويظهر فضل الرازي في الكيمياء بصورة واضحة جلية عندما عمد لتقسيم المواد المعروفة في عصره إلى ٤ أقسام هي:

١- المواد المعدنية.

٢- المواد النباتية.

٣- المواد الحيوانية.

٤- المواد المشتقة.

وقسم المواد المعدنية إلى ٦ أقسام بحسب طبائعها وصفاتها، وحصر بعض الأحماض.

وألف ما يربو على ٢٢٠ كتابا؛ مثل: "الطب الروحاني"، و"سـر الأسـرار"، و"طـب الفقراء"، و"الحاوي"؛ وهو كتاب طبي قيم، وغيرها من الكتب التي نهل منهـا علمـاء أوروبـا الكثير.

وفي مصر حديثًا استطاع العديد من العلماء أن يضيفوا إلى كم المعرفة المتراكم؛ مثـل الأستاذ الدكتور أحمد مدحت شمس الدين الذي تخصص في الكيمياء الكهربيـة وحـصل علـى درجة دكتوراه العلوم فـي الكيميـاء D. s. C مـرتين؛ الأولـى فـي عـام ١٩٦٦، والثانيـة عام ١٩٧٩، وكذلك الأستاذ الدكتور أحمد مصطفى الذي حصل علـى دكتـوراه العلـوم فـي الكيمياء، وهو أستاذ مساعد بعلوم القاهرة، وتولى بعد ذلك منصب وزير البحث العلمي، وكذلك الأستاذ الدكتور حلمي النجدي الذي تفضل مشكورا بمراجعة الكتاب وحصل على دكتوراه العلوم في الكيمياء في أربعة عشر عاما. وغيرهم من أبناء مصر الأبرار الأوفياء الذين بذلوا الجهد في مجال الكيمياء، وأضافوا إضافات لها وزنها أمثال د. علي علي حبيش، ود. محمد كامل محمود، وعبد المنعم أبو العزم، وكلهم حصلوا على دكتوراه العلوم في الكيمياء D. s. C، وشغلوا جميعـا منصب رئيس أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا. وبعد: هذه مقدمة عن كتاب الكيميـاء فـي خدمة الإنسان، أملي أن يفي بحاجة القارئ ويسد نقصا في المكتبة العربية. كمـا أتقـدم بـوافر الشكر إلى أ. د. أحمد هيكل وزير الثقافة الأسبق، على تشجيعه على ترجمة هذا الكتاب، وأسأل ا   أن يجعله نافعا لكل من يقتنيه.

وعلى ا   القصد.

المترجم

د. إبراهيم علي الجندي

الجزء الأول

كيمياء الطاقة

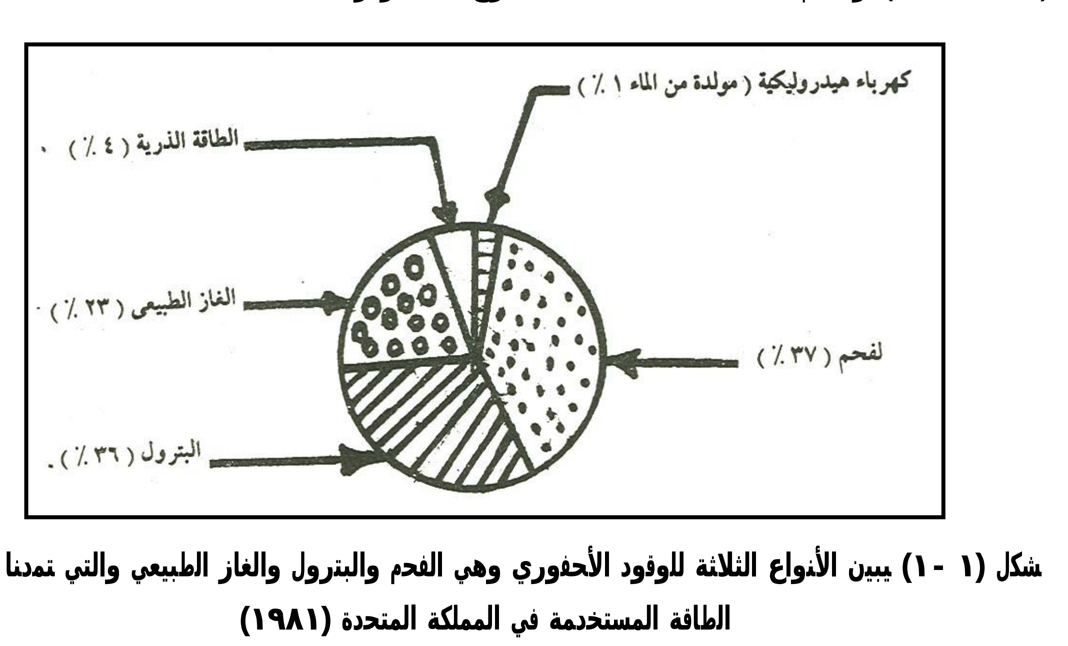
إننا لا نستطيع أن نحيا بدون الطاقة التي نحتاجها في كل شيء نفعله، فبـدون إمـدادات الطاقة لن نستطيع أن نبني المنازل والمصانع ولن نستطيع صنع أي أدوات، أو التنقل من مكان إلى آخر أو زراعة المحاصيل أو تنقية المياه أو معالجة مياه المجاري.

هناك كيماويات عديدة تعتبر مصادر مفيدة للطاقة، ومعظم الطاقة التي نـستهلكها فـي عالمنا اليوم مصدرها مجموعة كيماويات تسمى الوقود الأحفوري. ونبدأ هذا الجزء من الكتـاب بهذه الكيماويات الهامة.

الوقود الأحفوري:

هناك ثلاثة أنواع رئيسية من الوقود الأحفوري؛ وهي: الغاز الطبيعي والـنفط والفحـم، وهذه الكيماويات تسمى الوقود الأحفوري لأنها تكونت منذ ملايين الأعوام نتيجـة تحلـل بقايـا الحيوانات والنباتات.

وفي المملكة المتحدة حوالي ٩٥ % من الطاقة المستهلكة تأتي من الوقـود الأحفـوري (شكل ١ – ١) ونظام حياتنا يعتمد على هذا النوع من الوقود.



شكل (١ -١) يبين الأنواع الثلاثة للوقود الأحفوري وهي الفحم والبترول والغاز الطبيعي والتي تمدنا بغالبية الطاقة المستخدمة في المملكة المتحدة (١٩٨١)

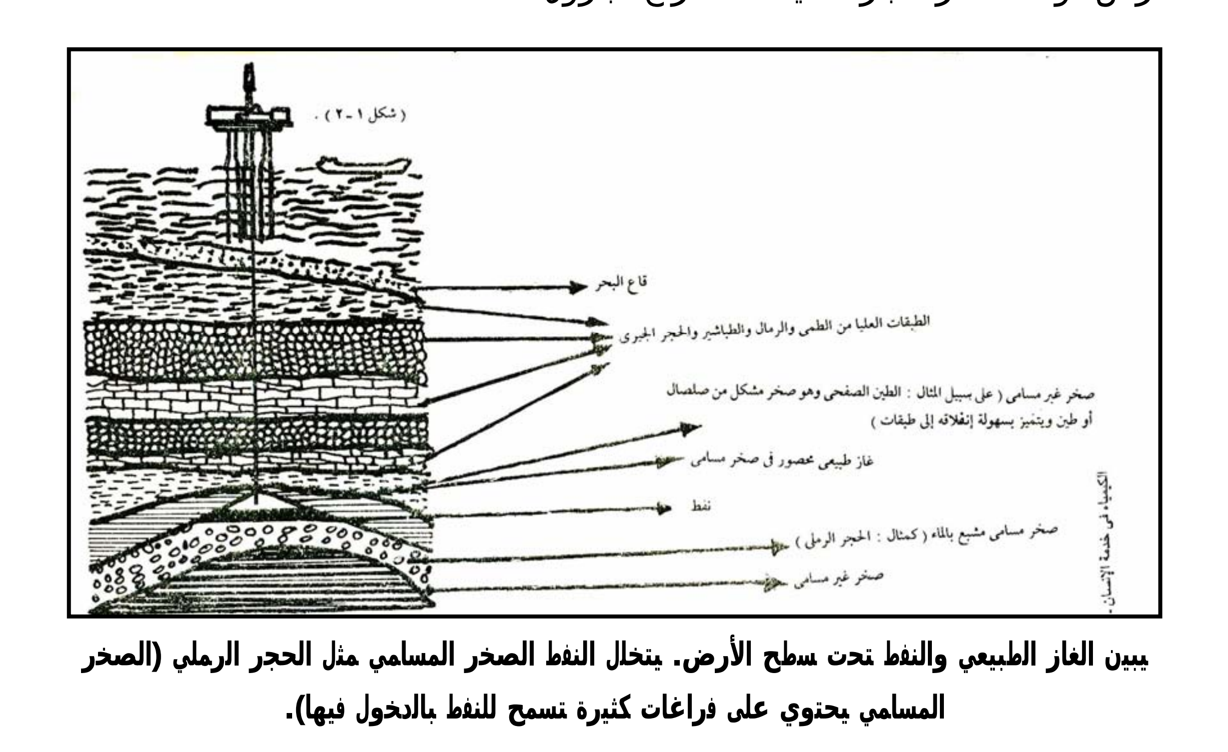
الكيماويات الموجودة في الوقود الأحفوري:

تبدو الأنواع الثلاثة للوقود الأحفوري مختلفة تماما، ولكنها تحتوي على نفس النوع مـن الكيماويات والتي يطلق عليها لفظ الهيدروكربونات، وتدل التسمية علـى أن الهيـدروكربونات مركبات كيميائية تحتوي علـى الكربـون والهيـدروجين فقـط؛ ولـذا فإنـه عنـد احتـراق الهيدروكربونات في الهواء تنطلق الطاقة، وهذه الطاقة ممكن استخدامها في عدة أغراض علـى سبيل المثال، فنحن نستخدمها لتدفئة منازلنا، وإدارة مصانعنا، وتسيير وسائل النقل.

تكوين الغاز الطبيعي والنفط:

غالبا ما يعثر على هذه الكيماويات معا، ربما لأنها تكونت عن تحلل الكائنات البحرية الصغيرة التي استقرت في قاع البحر بعد موتها، وهذه الكائنات الميتة غطاها الطمي والرمل ببطء، بينما تحللت أجسامها مكونة الغاز والنفط.

ومعظم إمدادات الغاز والبترول كائنة على عمق مئات أو آلاف الأمتار تحت سطح الأرض، ولذلك تحفر الآبار العميقة لاستخراج البترول.



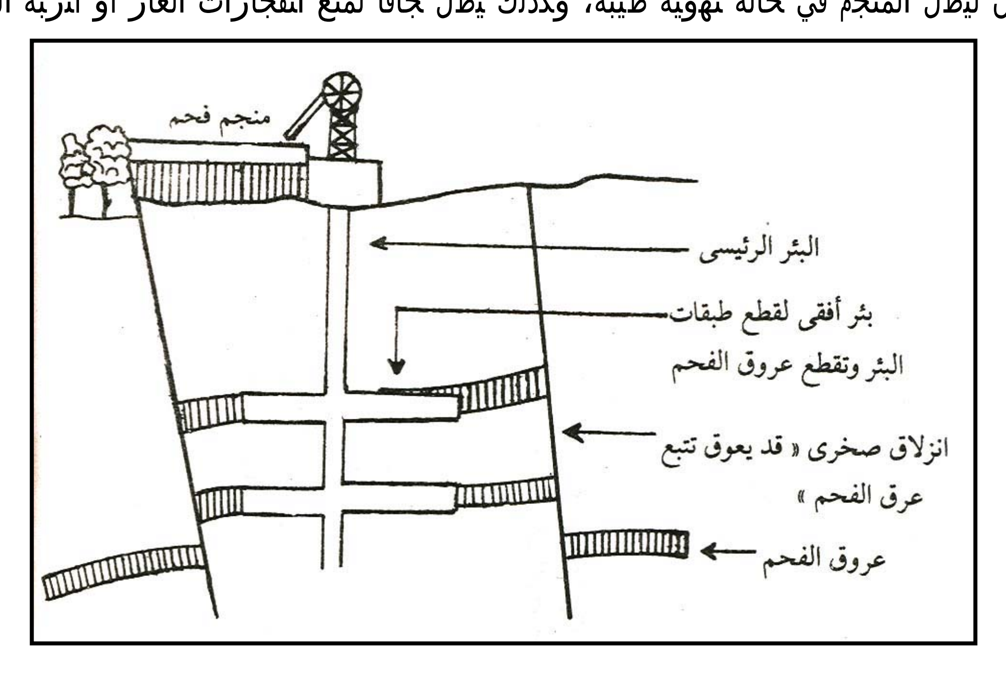
يبين الغاز الطبيعي والنفط تحت سطح الأرض. يتخلل النفط الصخر المسامي مثل الحجر الرملي (الصخر المسامي يحتوي على فراغات كثيرة تسمح للنفط بالدخول فيها).

وينحصر النفط بين طبقتين من الصخور غير المسامية؛ حيث لا يمكنه تخللهما ويتواجد الغاز غالبا فوق النفط. وقد يصل عمق الآبار الحديثة للكشف عن النفط والغاز ثمانية كيلومترات.

تكوين الفحم:

في العصر الكربوني منذ حوالي ٣٠٠ مليون سنة مضت كانت الأرض مغطاة بالأشجار والنباتات، وعندما ماتت هذه النباتات وانجرفت إلى مناطق المستنقعات بدأت في التحلل مكونة ما يسمى "بطبقة البيت" (Peat)، أو خشبا صخريا نصف متفحم، وهي نباتات متحللة جزئيا تراكمت عليها طبقات من الطين والرمال، وبمرور ملايين السنين ضغط البيت ليتحول إلى الفحم بينما تحول الطين والرمل إلى الطفلة والحجر الرملي. أما الفحم فيعثر عليه في طبقات سفلية تسمى عروق الفحم؛ وهي طبقات رفيعة يتراوح سمكها بين متر ومترين، وإذا ما كانت العروق بالقرب من السطح فإنه يمكن استخراجها بالتعدين السطحي (المفتوح)، أما إذا كانت العروق في باطن الأرض فيتم حفر بئر رئيسي لأسفل ثم آبار مستوية لتقطع العروق.

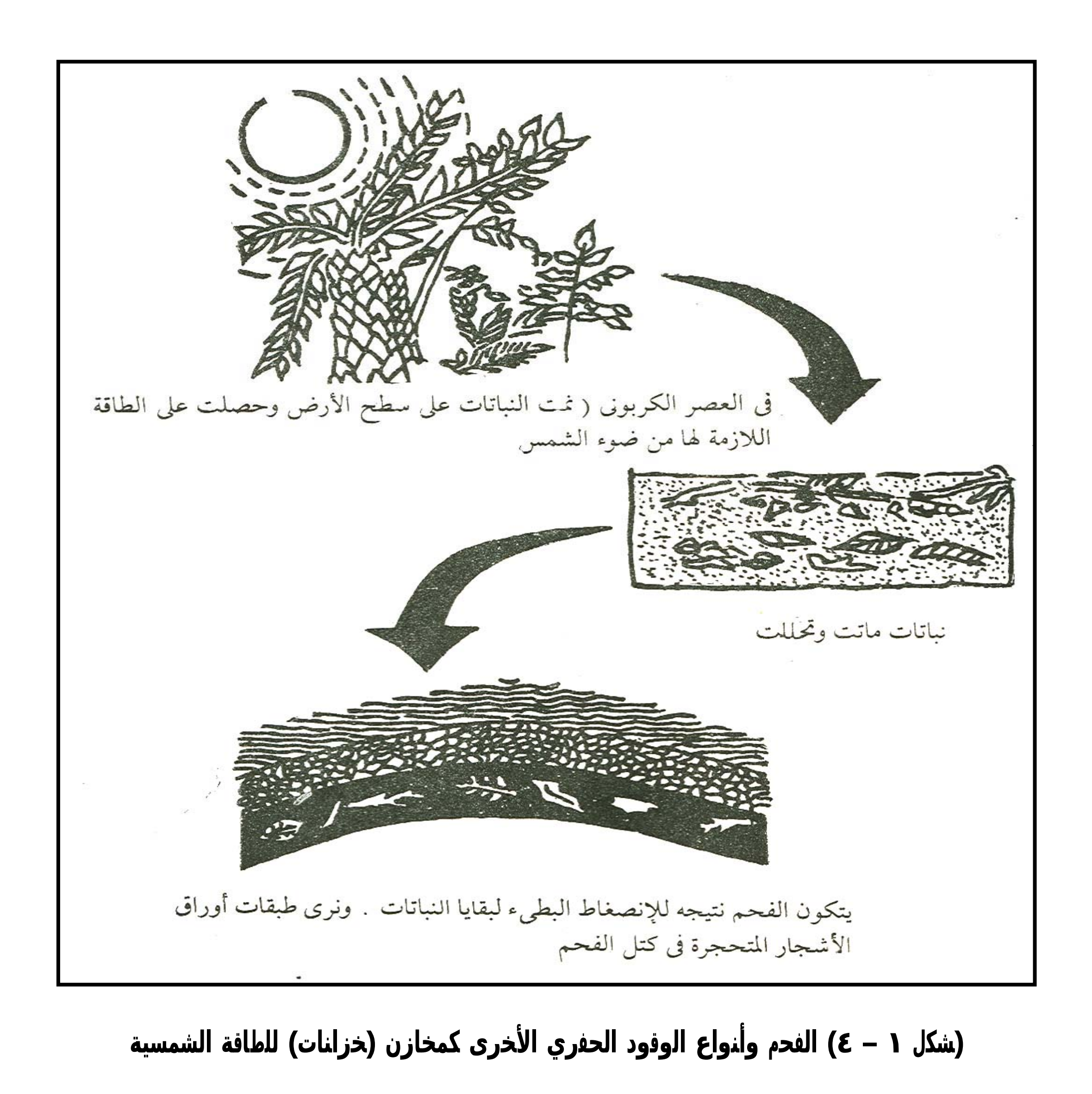
ويصل عمق المناجم الحديثة إلى ١٢٠٠ م. ومن الضروري اتباع احتياطات السلامة والأمن ليظل المنجم في حالة تهوية طيبة، وكذلك يظل جافا لمنع انفجارات الغاز أو أتربة الفحم.



شكل (١ – ٣)

الطاقة المخزونة في الوقود الأحفوري:

في الواقع يعتبر الوقود الأحفوري مخازن للطاقة الشمسية المتراكمة على مر السنين، فالطاقة الشمسية مطلوبة لنمو النباتات، وبدون هذه الطاقة الشمسية لن تكون هناك نباتات وبالطبع لن يتكون الفحم.



(شكل ١ – ٤) الفحم وأنواع الوقود الحفري الأخرى كمخازن (خزانات) للطاقة الشمسية

والحيوانات لا تستطيع الاستفادة مباشرة من الطاقة الشمسية مثل النباتات، ولكن الحيوانات لا يمكنها الحياة بدون النباتات اللازمة لتغذيتها، فالحيوانات تستفيد من الطاقة الشمسية المختزنة في النباتات لكي تنمو؛ ولذا يعتبر الغاز الطبيعي والنفط المتكون من حيوانات البحر الميتة في واقع الأمر مخازن للطاقة الشمسية. وهذه الطاقة تنطلق في صورة مفيدة عند حرق الوقود الأحفوري.

الغاز الطبيعي

التنقيب عن الغاز الطبيعي:

إن الكشف عن الغاز الطبيعي واستخراجه من الأرض عمل باهظ التكاليف، ويجب على العلماء أولاً أن يقرروا أين يوجد الغاز الطبيعي. وعمليات المسح قد تستمر لعـدة أعـوام وقـد تتضمن تصويرا جويا وقياسات للطريق الذي سلكته الموجات الصوتية الناشئة عـن انفجـارات محدودة، وذلك خلال الصخور المختلفة الموجودة تحت سطح الأرض. وقد تؤخذ عينـات مـن الصخور لتساعد العلماء على تكوين صورة للصخور الموجودة تحت السطح.

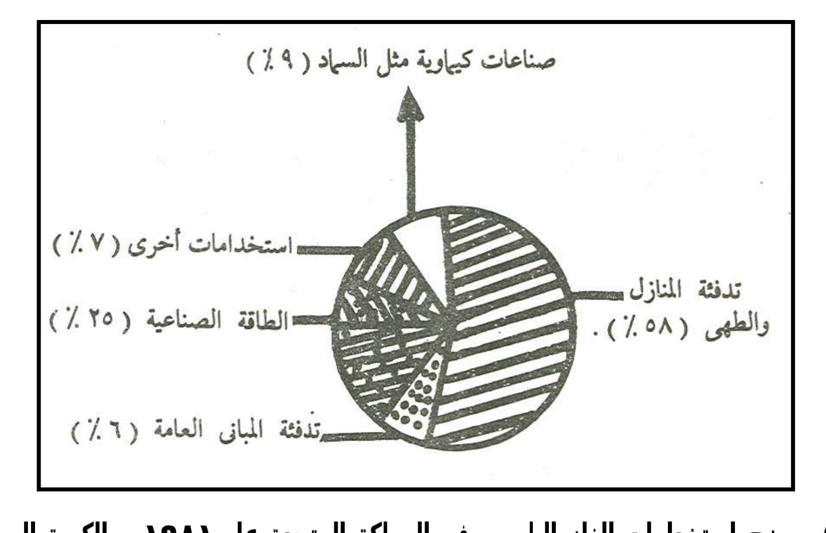
وأخيرا قد يتخذ قرار بحفر بئر يتكلف ملايين عديدة من الجنيهات، وربمـا لا يحتـوي البئر على أي غاز.

وأغلب الغاز الطبيعي الذي اكتشف وجد في الاتحـاد الـسوفييتي، والـشرق الأوسـط والولايات المتحدة الأمريكية.

ورصيد الغاز الطبيعي للمملكة المتحدة يأتي من الصخور الموجودة تحت بحر الـشمال؛ حيث يتم نقله في أنابيب إلى الشاطئ، ثم يتم توزيعه في سائر أرجاء البلاد من خـلال شـركة الغاز البريطانية، وفي الوقت الحاضر يبلغ طول شبكة الأنابيب هذه ٢٣٠,٠٠٠ كـم بالمملكـة المتحدة.

استخدامات الغاز الطبيعي:

معظم الغاز الطبيعي يحرق كوقود، وهو يمثل في المملكة المتحدة حوالي ثلث مـصادر الطاقة المستخدمة في الصناعة، ويستخدم الغاز الطبيعي في تدفئة نصف المنازل في بريطانيا.



شكل (١ – ٥) يوضح استخدامات الغاز الطبيعي في المملكة المتحدة عام ١٩٨١، والكمية المستخدمة لإنتاج الكيمياويات بصفة تقريبية.

والغاز الطبيعي أغلبه من الميثان الذي يعد أبسط الهيدروكربونات، وتركيبه الجزيئي **ك يد ٤**، وعند احتراقه فإنه يتفاعل مع أكسجين الهواء، وهذا النوع من التفاعلات يسمى "أكسدة"، ويقال إن الميثان قد تأكسد لأن الأكسجين اتحد معه خلال هذا التفاعل.

وعند تأكسد الميثان بهذه الطريقة (يحرق) تنطلق الحرارة، ويطلق على مثل هذا النوع من التفاعلات اسم تفاعل "طارد للحرارة" (قليل من التفاعلات تمتص الحرارة، وتسمى تفاعلات ماصة للحرارة). واحتراق الوقود الأحفوري "طارد للحرارة" دائما؛ ولذلك فهو تفاعل كيميائي مفيد بالنسبة لنا.

واحتراق الميثان (شأنه شأن بقية الهيدروكربونات)؛ تماما في الهواء ينتج عنه مركبان كيماويان؛ حيث يتحد هيدروجين الميثان مع الأكسجين لتكوين الماء، بينما يتحد الكربون مع الأكسجين لتكوين ثاني أكسيد الكربون.

ميثان + أكسجين ⟵ ثاني أكسيد الكربون + ماء

ك يد ٤ + ٢ أ ٢ ⟵ ك أ ٢ + ٢ يد ٢ أ.

شكل (١ – ٦) يتم احتراق الميثان عند تفاعله مع أكسجين الهواء، وينتج عن الاحتراق التام ثاني أكسيد الكربون والماء

يستخدم بعض من الغاز الطبيعي في الصناعة الكيماوية بدلاً من حرقه، وعلى سبيل المثال يتم صناعة الأسمدة من الغاز الطبيعي في المملكة المتحدة.

مشاكل التعامل مع الغاز الطبيعي:

يعتبر الغاز الطبيعي وقودا مناسبا؛ فهو يحترق بلهب نظيف ويحدث قليلاً من التلوث ونستخدمه بكثرة جعلتنا نظنه دائما، وهذا ما لا يجب أن نظنه لأن الغاز الطبيعي وقود أحفوري، وهناك كمية محدودة منه في باطن الأرض، وبمجرد استخراجها واستهلاكها لا يمكن تعويضها؛ أي إن كمية الغاز الطبيعي محدودة.

ويقدر العلماء موارد العالم من الغاز الطبيعي بأنها تكفي لاستهلاك الخمسين سنة القادمة، ومن المحتمل أن تحدث في حياتنا أزمة طاقة، وأن نعود مرة ثانية لاستخراج الغاز من الفحم، وهناك خطط قائمة فعلاً لذلك، ولكن حتى الفحم نفسه لن يدوم إلى الأبد. ولذلك يجب في الوقت الحالي أن نحاول استهلاك الغاز الطبيعي أبطأ مما يمكن، وإجادة عزل المنازل تعتبر

إحدى الطرق للتوفير في استخدام هذا الغاز الثمين، ولن يوفر هذا في فاتورة التدفئة فقط، ولكنه سيساهم في دوام بقاء الغاز لمدة أطول.

استخراج الخام:

يتم العثور على الغاز الطبيعي بنفس أسلوب التنقيب عن البترول؛ نظرا لتواجدهما في نفس الصخور في الكثير من الحالات.

وغالبية آبار البترول موجودة على الأرض، بالرغم من أن عمليات الاستكشاف قد امتدت إلى البحر، وهناك أربع مناطق رئيسية للبترول في العالم وهي: الشرق الأوسط، الولايات المتحدة الأمريكية، اتحاد الجمهوريات السوفيتية والأقطار المحيطة بالكاريبي (مثل فنزويلا والمكسيك)، وفي الشرق الأوسط أكثر من نصف الاحتياطي العالمي من البترول.

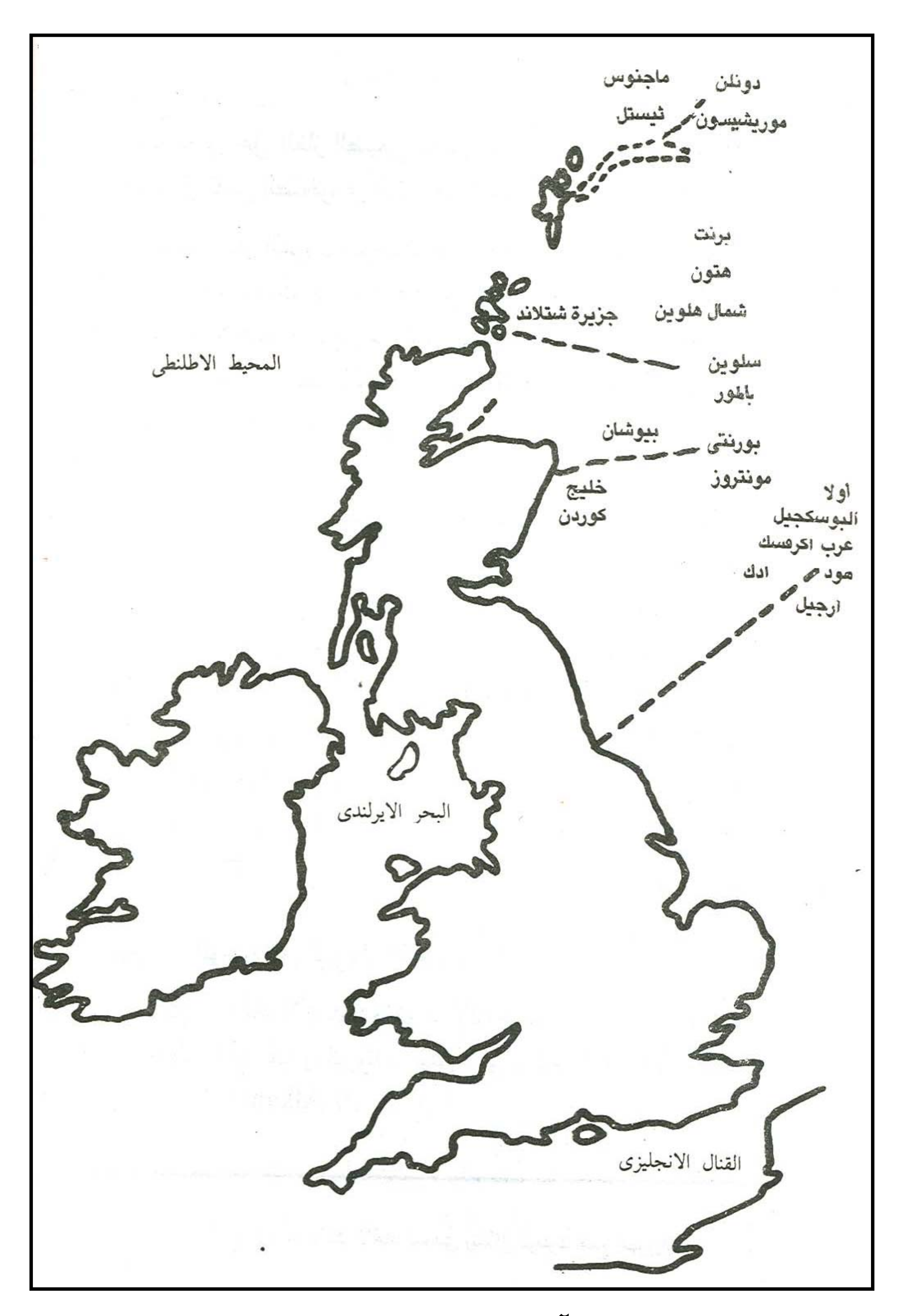
ودول الشرق الأوسط خاصة المملكة العربية السعودية لها أهمية كبيرة بسبب إنتاجها الهائل من البترول الذي يستهلكه العالم الغربي، وقد تكونت الدول المذكورة آنفًا مع بعض دول إفريقيا وجنوب أمريكا، وهي تنتج نصف حاجة العالم من البترول، وأنت تسمع غالبا عن الأوبك في الأخبار لأنها تستطيع التحكم في سعر البترول. وقد تم العثور على البترول في بحر الشمال بالمملكة المتحدة؛ حيث يستخرج ويتم نقله إلى معامل التكرير بالناقلات، أو عبر خطوط الأنابيب (شكل ١ – ٧)، وتنتج المملكة المتحدة كل ما تستهلك من البترول.

الكيماويات الموجودة في البترول الخام:

إن البترول الخام لا يستخدم كما هو لأنه خليط من هيدروكربونات عديدة مختلفة، ومعظم هذه الهيدروكربونات تنتمي إلى عائلة الألكانات الكيمائية Alkanes (البرافينات)(1).

---

(1) ملحوظة: خلال طبع الكتاب تفكك الاتحاد السوفييتي، وتشكل كومنولث يجمع جمهورياته.



شكل (١ – ٧) يبين خريطة آبار الزيت والمواسير المتصلة بها في المملكة المتحدة

الألكانات:

إن أبسط عضو في هذه الألكانات هو الميثان، ويشكل المكـون الرئيـسي مـن الغـاز الطبيعي، ويحتوي جزيء الميثان على ذرة كربون واحدة متـصلة بـأربع ذرات هيـدروجين، والرسم الذي يوضح طريقة تركيب ذرة الكربـون وذرات الهيـدروجين فـي الفـراغ يمثـل أو يسمى الصيغة التركيبية للميثان.

يد

يد ــــــ ك ــــــ يد

يد

شكل (١ – ٨) يبين الصيغة التركيبية للميثان (ك يد ٤)

هو أبسط الألكانات، والأعضاء التالية في عائلة الألكانات هـم: الإيثـان (ك ٢ يـد ٦) والبروبان (ك ٢ يد ٨) والبيوتان (ك ٤ يد ١٠)، وكل منها يشتعل كوقود تماما مثل الميثان، وغاز الكلور يتكون في معظمه من البيوتان. وأغلب الألكانات الموجودة في البترول الخام لها سلاسل كربونية طويلة والأوكتان يعتبر مثالاً لها؛ فجزيئات الأوكتان تحتوي على ثماني ذرات كربون، وهو أحد الألكانات الموجودة في البترول، ويستخدم رقم الأوكتان لتحديد درجة احتراق البترول بيسر، والبترول ذو النجوم الأربعة له رقم أوكتان أعلى من مثيله ذي النجمتين، وطريقة اتصال ذرات الكربون والهيدروجين لتكوين الجزيئات، كما هو حادث في حالة الألكانات مشروحة فـي الفصل الرابع.

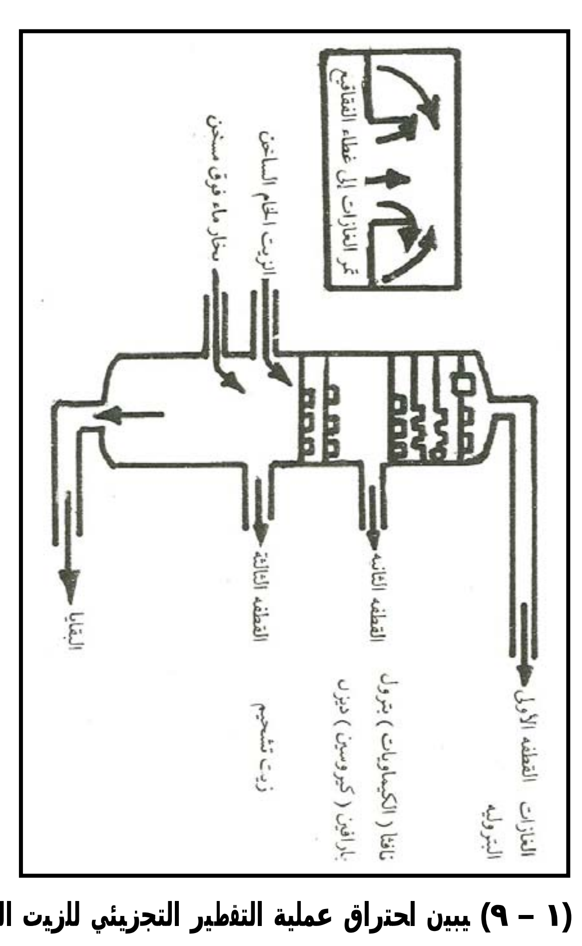
الاسم	الصيغة الجزيئية	نقطة الغليان	الحالة في درجة حرارة الغرفة
الميثان	ك يد ٤	١٦١ -	بخار
الإيثان	ك ٢ يد ٦	٨٩ -	بخار
البروبان	ك ٣ يد ٨	٤٢ -	بخار
البيوتان	ك ٤ يد ١٠	صفر	سائل

زيت البترول:

في معمل تكرير زيت البترول يتم فصل خليط الهيدروكربونات الموجود فـي الزيـت الخام إلى مجموعات أصغر وأكثر نفعا، ويمكن فصل الهيدروكربونات لكونها تتميـز بـدرجات غليان مختلفة، وعموما فكلما صـغر حجـم الهيـدروكربون قلـت درجـة غليانـه (راجـع الجدول ١-١) وهذا يبين لنا أن الهيدروكربونات الصغرى في حالة غازية عند درجـة حـرارة الغرفة، ووجودها في الزيت الخام نتيجة لذوبانها فيه، ويتم فـصل الهيـدروكربونات المختلفـة بطريقة "التقطير التجزيئي" حيث يسخن الزيت الخام حتى ٤٠٠ م^{5} تقريبا، ثم يضخ خلال عمود تجزئة قد يصل ارتفاعه إلى ٤٥ م (شكل ١ – ٩ ب).

ومعظم الهيدروكربونات تتحول إلى غازات بالتسخين، ثم تبـدأ فـي التـصاعد خـلال العمود، وبارتفاعها في العمود تبرد حرارتها لأنها تبتعد عن السخانات، فبالقرب من قاع عمـود الفصل تكون الحرارة مرتفعة تماما، وهذا معنـاه أن الهيـدروكربونات ذات درجـات الغليـان المرتفعة هي وحدها التي ستتكثف لتتحول ثانية إلى سائل، بينما الهيدروكربونات ذات درجـات الغليان المنخفضة ستظل غازات، وعليه ستحتل المناطق العلوية من العمود، وكلما ارتفعنا فـي العمود تنخفض درجة الحرارة.. وهنا فالهيدروكربونات ذات درجات الغليان المنخفض ستتكثف ولكن قدرا من الهيدروكربونات لن يتكثف بالمرة لأنها لن تبرد التبريد الكافي وتلك هي الغازات البترولية (مثل الميثان والإيثان) الذائبة في البترول الخام التي تخرج من قمـة العمـود، وكـل مجموعة من الهيدروكربونات تسمى قطفة، وفي التجزئة الأولى يتم فصل الزيت الخـام عـادة لأربعة أجزاء؛ وذلك لأنها جزء من الزيت الخام الأصلي. وهذه القطفات يمكن تقطيرهـا ثانيـة لفصلها لأكثر من مكون، وإجماليا يمكن الحصول على ثماني قطفات تقريبا وتُوضح صفاتها.

في المرحلة الأولى يتم فصل الزيت الخام إلى ٤ قطفات. تصل الهيـدروكربونات ذات درجة الغليان المنخفضة للفتحة العلوية للعمود الذي يبلغ ارتفاعه ٤٥ م، والهيدروكربونات ذات درجات الغليان المتوسطة تتكثف في منتصف العمود، أما الهيدروكربونات ذات درجة الغليـان المرتفعة فتبقى في القاع.



شكل (١ – ٩) يبين احتراق عملية التقطير التجزيئي للزيت الخام

والقطفات التي يمكن الحصول عليها مـن المرحلـة الأولـى يمكـن تجزئتهـا ثانيـة أو تحويلها إلى مواد مثل البترول والشمع.

القطفة	المحتوى الكربوني تقريبا	الاستخدامات
غاز بترولي	١ – ٤ ذرات كربون	الغـاز المعبـأ، صـناعة البلاستيكات.
بترول/ نافتا	٤ – ١٢ ذرة كربون	وقـود الـسيارات، صـناعة الكيماويات
كيروسين	٩ – ١٦ ذرة كربون	وقود الطـائرات، الإضـافة وتسخين المنازل
الديزل	١٥ – ٢٥ ذرة كربون	وقود الديزل
زيوت التشحيم	٢٠ – ٣٠ ذرة كربون	التشحيم
الشموع		الشموع، البويات، الـدهانات (المـراهم)، وقـود الـسفن، المصانع والتسخين والتدفئـة المركزية
البيتومين	الهيدروكربونات الأكبر فـي محتواها الكربوني	أسطح الطـرق (الرصـف): الأسطح

بعض القطفات من الزيت الخام

الاسم	**الصيغة الجزيئية**	**درجة الغليان °م**	**الحالة الموجودة عليها في درجة حرارة الغرفة**
ميثان	ك يد ٤	- ١٦١	غاز
إيثان	ك ٢ يد ٦	- ٨٩	غاز
بروبان	ك ٣ يد ٨	- ٤٢	غاز
بيوتان	ك ٤ يد ١٠	صفر	غاز
أوكتان	ك ٨ يد ١٨	١٢٦	سائل

استخدامات القطفات الناتجة من الزيت الخام:

معظم الهيدروكربونات الناتجة من الزيت الخام تحرق كوقود.. على سبيل المثال فـإن البترول يحترق في السيارات والديزل وفي اللواري وزيت الوقود (سولار) في السفن، وبعيـدا عن تحريك المركبات فإن معظم الوقود يحرق للتدفئة أو لتوليد الطاقة الكهربائية.

صناعة الكيماويات (١١ ٪)
التدفئة المنزلية (٤ ٪)
محطات توليد الطاقة الكهربائية (٨ ٪)
التدفئة وتوليد الطاقة للمصانع (٢١ ٪)
النقل عبر الطرق (٣٧ ٪)
التدفئة والطاقة للمستخدمين الاخرين (١٩ ٪)

(شكل ١ – ١٠) تقسيم استخدام زيت البترول الخام في المملكة المتحدة ١٩٨١

وبالرغم من أن معظم البترول في العالم يحرق للحصول على أنواع الطاقـة المختلفـة، فإن حوالي ١٠ % من البترول يستخدم للتصنيع بدرجة كبيرة في الكيماويات مثـل البلاسـتيك، وطريقة حياتنا الحالية تعتمد على الكيماويات التي يتم تصنيعها من البترول، وقد تم تخـصيص فصل كامل لشرح هذه الكيماويات (الفصل الرابع).

أنواع الزيت الخام المختلفة:

تختلف مكونات أنواع الزيت الخام في نسبة كمية القطفات المختلفـة بـاختلاف مكـان استخراج البترول في العالم، وشكل (١ – ١٤) يبين نسبة القطفات في عينة نموذجية للبترول في الشرق الأوسط.

كل برميل يمكنه إنتاج:

١) ٧ لترات غاز طبيعي كافية لغلي $\frac{1}{2}$ جالون ماء غاز طبيعي.
٢) ٩ لترات بترول كافية لقيادة سيارة عائلية متوسطة لمسافة ٧٠ ميلاً بترول.
٣) ٢٣ لتر نافثا تنتج ٤ جرادل بلاستيك نافثا.
٤) ٧ لترات كيروسين كافية لتشغيل طائرة جامبو لتطير ٤/ ميل كيروسين.
٥) ٤١ لترا زيت الغاز كافية لإدارة محرك سيارة أوتوبيس ٩٠ ميلاً زيت الغاز.
٦) زيت الوقود (٧٣٤ لترا) يمكن لتسخين مصنع صغير لمدة ١ أو ٣ ساعات وقود الزيت.

إذا زاد الطلب على البترول بدرجة كبيرة فإن القطفات الأخرى يمكن تحويلها لصناعة المزيد منه، وإحدى الطرق لذلك تسمى التكسير؛ حيث يتم تقسيم جزيئات الهيدروكربونات أو تكسيرها لتكوين جزيئات مختلفة، وعملية التكسير هذه مهمة أيضا في صناعة البلاستيك.

المشاكل المتعلقة بالبترول:

البترول وقود لا يمكن تعويضه عند انتهاء مخزونه تماما، ومثله في ذلك الغاز الطبيعي، فكميته في الأرض محدودة، ومن المحتمل أن يستنفد مخزون البترول قبل مخزون الغاز الطبيعي، وربما يكفي فقط ما بين ٣٠- ٤٠ عاما ما لم تتم عمليات اكتشاف كبيرة جديدة. وحتى إذا لم ينضب معين البترول بسرعة فإن ثمن البترول سيرتفع أكثر وأكثر لأن الإمدادات البترولية أصبحت محدودة، وهذا سيؤدي لأزمات سياسية بين الدول.

وهناك أيضا مشاكل كيميائية تتعلق بالبترول مثل مشكلة تلوث البحر بالزيت الخام؛ لأن معظم الزيت يتم نقله بحرا، فإن بعض التلوث لا يمكن تجنبه، وتتصدر حوادث ناقلات البترول عناوين الصحف لأن شواطئ بأكملها يمكن أن تتلوث، وهذا يؤدي لخسائر جسيمة للطيور والأسماك وأحيانًا للسياحة، وطرق إزالة بقع البترول في تطور منذ كارثة تورس كانيول (١٩٦٧)، وفي تلك الحادثة تسبب المنظف الصناعي الذي استخدم لإزالة البترول في تدمير الحياة على الشاطئ، وترك أثرا مدمرا وخطيرا على الحياة البرية ناحية الشاطئ. وهذه الحوادث تصنع فصلاً صغيرا في التلوث بزيت البترول ومجرد تنظيف السفن والناقلات في البحر أكثر تأثيرا في موضوع التلوث.

وقد ظهرت مشكلة ثانية بإحراق البترول كوقود؛ حيث تتكون الكيماويات التي تلوث الأرض والغلاف الجوي، وكيمياء محرك السيارة توضح هذه المشاكل.

الكيمياء داخل محرك سيارة:

إن الطاقة اللازمة لتحريك سيارة تنبع من احتراق البترول؛ حيث يتم سحب مخلوط من البترول والهواء داخل أسطوانة السيارة، ويتم تفجيرها بشرارة، وهذا التفجير يدفع البستم (المكبس) إلى الحركة.

وحركة البساتم (الكباسات) تنتقل للعجلات خلال عمود الكرنك (المرفق)، ويتم التحكم في كمية البترول والهواء الداخلة للأسطوانة (السلندر) بواسطة الكاربرتير (الخالط)، وعند الضغط على دواسة البنزين (الإكسليرتير) يندفع مزيد من الهواء إلى الخالط ساحبا معه مزيدا من البترول وهكذا تزيد سرعة السيارة.

والبترول هيدروكربون وعند احتراقه يتولد ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء فينـدفعان من خلال أنبوب العادم (الشكمان) وللأسف فإنهما ليسا الكيماويات الوحيدة الناتجة عن احتـراق الوقود.

التلوث الناتج عن السيارات:

لا يحترق البترول تماما في محرك السيارة، فبالرغم من أن معظم كربون الوقود يتحول إلى ثاني أكسيد الكربون إلا أن بعضه يتكون من غاز أول أكسيد الكربون السام، ويتحد الأخيـر مع الهيموجلوبين (حامل الأكسجين في الدم)، وقد يحدث الموت لنقص الأكسجين عنـدما يتولـد أول أكسيد الكربون في الأماكن المغلقة؛ مثل الجراجات، ولكن الأمر قد لا يكون بهذه الحدة في الهواء الطلق. كما تتكون جزيئات الكربون والتي نسميها السناج.

وقد حاول صانعو السيارات تصميم محركات لإنقاص هذه المشاكل على قدر الإمكـان ولكنهم لم يستطيعوا التغلب عليها تماما.

وهناك صعوبات أكثر؛ فحرارة المحرك تصل إلـى ٢٥٠٠°م، وهـي كافيـة لتفاعـل نيتروجين الهواء مع الأكسجين، فتتكون غازات حمضية وسامة تـسمى أكاسـيد النيتـروجين، وعلاوة على ذلك يحتوي الوقود الأحفوري على كمية محدودة من الكبريت الـذي إذا احتـرق يكون غازا حمضيا ساما هو ثاني أكسيد الكبريت.

وآخر مشكلة كبيرة من صنع الإنسان هي مركبات الرصاص، التي تضاف عادة للبترول للمساعدة على احتراقه بجودة. والرصاص هو الآخر سام، وقد اتخذت دول كثيـرة إجـراءات لإزالة الرصاص من البترول.

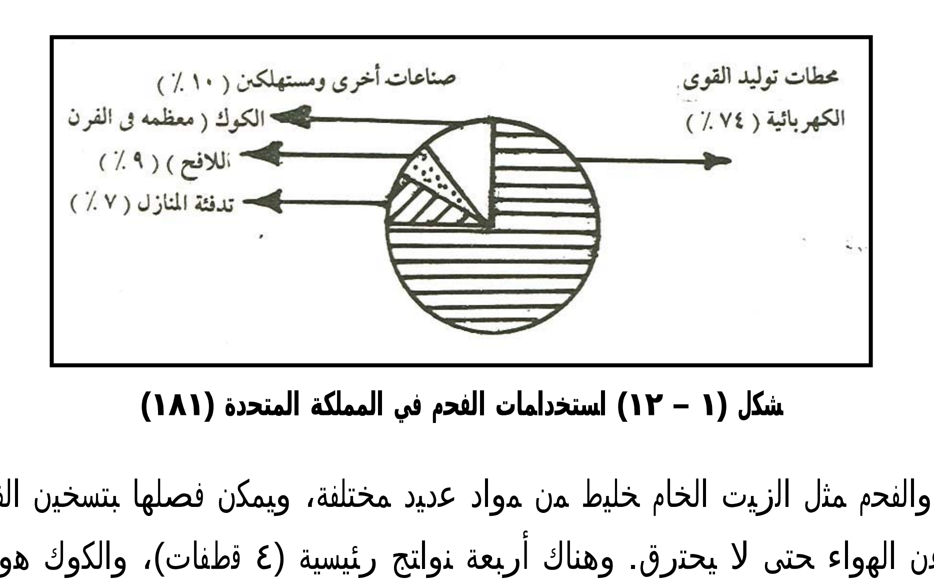
الفحم: العثور عليه:

الفحم هو أقدم وقود أحفوري معروف، ومن المؤكد أنه استعمل في أيام الرومـان منـذ ٢٠٠٠ سنة مضت. وأكبر منتجي الفحم الآن هم الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة الأمريكية والصين وبولندا والمملكة المتحدة، وقد قيل إن بريطانيا جزيرة مبنية على الفحم، وفي هذا القول بعض من الحقيقة.

والتعدين بنوعيه (التعدين تحت الأرض والسطحي) متبع في المملكة المتحـدة، ومـنجم سيلبي الجديد في يوركشير سيكون أكبر منجم عميق في العالم عندما يكتمل إنشاؤه.

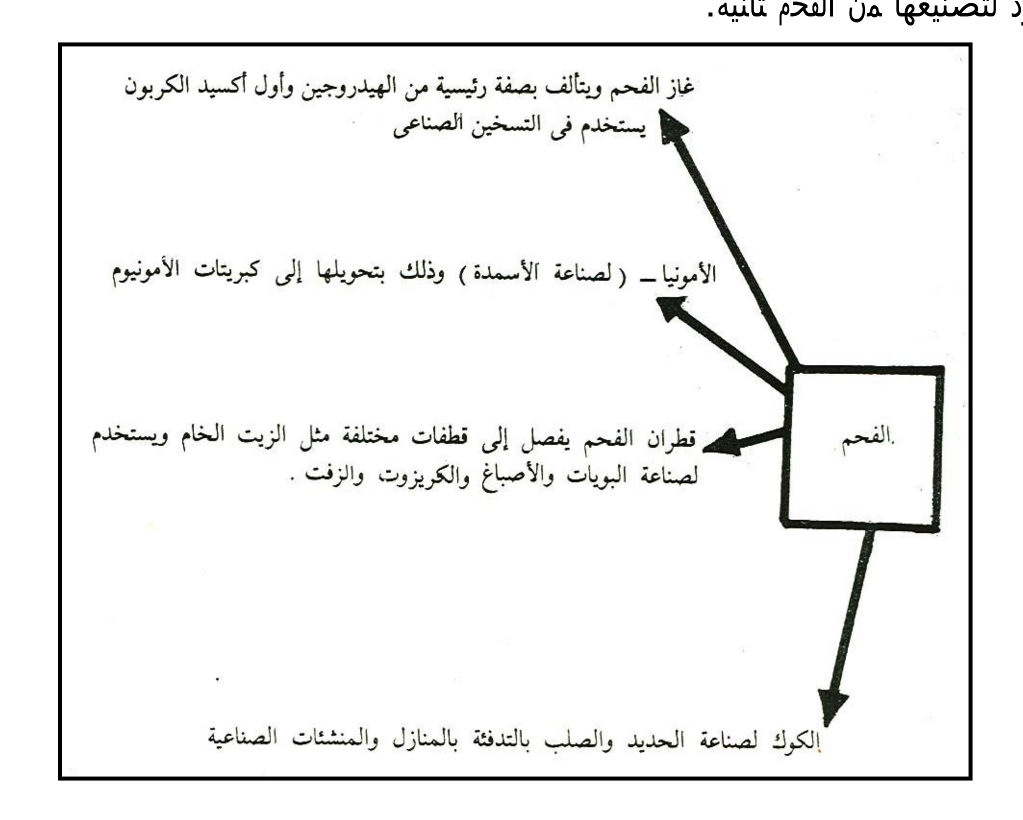
استخدامات الفحم:

حوالي ٦٥ % من إجمالي الفحم المعدن في العالم يستخدم لتوليد الكهرباء، ولكـن هـذه النسبة أعلى في المملكة المتحدة (شكل ١ – ١٢).



شكل (١ – ١٢) استخدامات الفحم في المملكة المتحدة (١٨١)

والفحم مثل الزيت الخام خليط من مواد عديد مختلفة، ويمكن فصلها بتسخين الفحم في معزل عن الهواء حتى لا يحترق. وهناك أربعة نواتج رئيسية (٤ قطفات)، والكوك هو أهم هذه النواتج حاليا؛ حيث يستخدم في صناعة الحديد والصلب، وكيماويات كثيرة مثل البلاستيك والمنظفات والمبيدات الحشرية والأسمدة، وكان يجري تصنيعها من الفحم، أما الآن فهي تصنع غالبا من الغاز الطبيعي والبترول، ويرجع هذا لرخص ثمنها حاليا، ولكن عند نقصان البترول سنعود لتصنيعها من الفحم ثانية.



شكل (١ – ١٣) بعض الكيماويات التي تصنع الآن من الفحم، ويتم حرق الفحم في محطات القوى الكبيرة والطاقات الحرارية المتولدة من هذا التفاعل الطارد للحرارة تدير التوربينات التي تقوم بدورها بإنتاج الكهرباء.

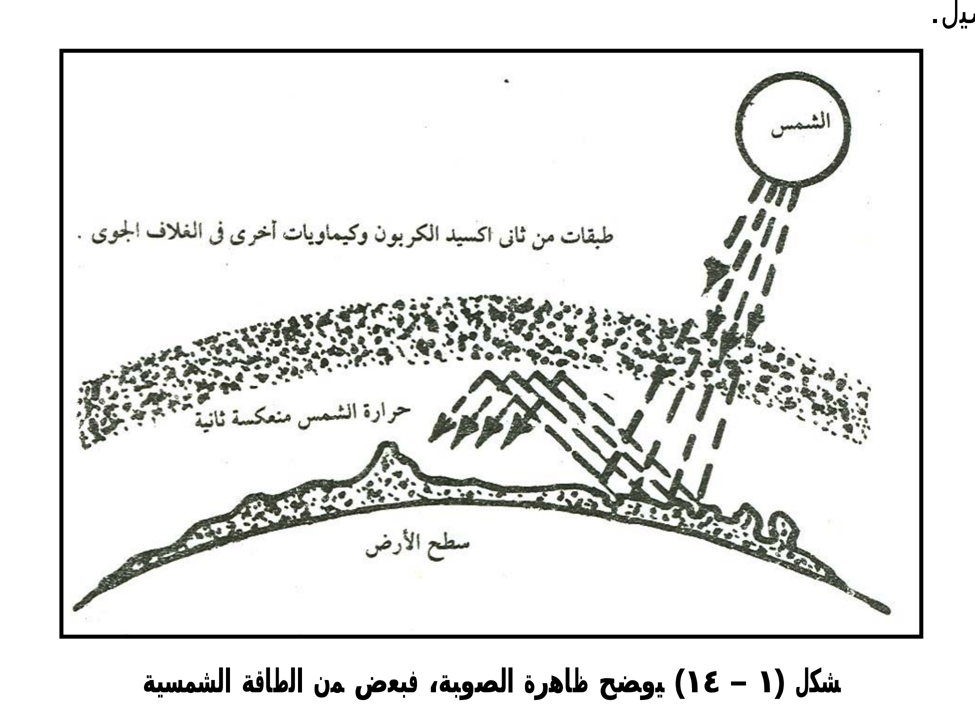
مشاكل الفحم:

في كوكبنا هذا فحم أكثر بكثير من الغاز الطبيعي أو البترول، ومع ذلـك فـإن الفحـم سينضب في نهاية المطاف نظرا لكونه وقودا أحفوريا. وفي الوقت الحالي يظن الـبعض بـأن الفحم سيكفي حوالي ٢٥٠ عاما. وحرق الفحم يلوث الهواء بطريقة مماثلة لما يحدث في حالـة البترول؛ ولذا اهتمت الحكومات بهذا الأمر. وفي المملكة المتحدة فإن الصناعات تلتزم بحمايـة الهواء النظيف؛ حيث يتم تزويد المصانع ومحطات توليد القـوى بمرشـحات لإزالـة بعـض الملوثات. وهناك كثير من المناطق بالمملكة المتحدة تعتبر "مناطق عديمة الدخان"؛ أي منـاطق نقية حيث يمنع إشعال أنواع معينة من الفحم في هذه المناطق.

ظاهرة الصوبة الزجاجية:

لا يعتبر ثاني أكسيد الكربون واحدا من الملوثات لظهوره طبيعيا في الغلاف الجوي كما تحتاجه النباتات لكي تنمو، ولكن الازدياد المطرد في كميته يقلق العلماء الآن، وهـذه الزيـادة الناتجة من إحراقنا لوقود الأحفوريات بطريقة متزايدة ربما تؤدي لازدياد سخونة الأرض (شكل ١ – ١٤).

إن الارتفاع في درجة حرارة الجو درجة واحدة مئوية قد يكون له آثار وخيمة، فجـزء من الغطاء الثلجي للقطب المتجمد الجنوبي قد يذوب رافعا منسوب البحر عشرة أمتـار، ومـن المحتمل أن يغمر منزلك بسبب هذا الارتفاع، وإذا لم يحدث هذا لك فعليك أن تتصور كـم مـن الآخرين سيحدث لهم ذلك. وارتفاع الحرارة بدرجة أقل قد يدمر (تغرق) مناطق شاسعة لزراعة المحاصيل.



شكل (١ – ١٤) يوضح ظاهرة الصوبة، فبعض من الطاقة الشمسية

ترتد ثانية للأرض بدلاً من صعودها للفضاء

وثاني أكسيد الكربون واحد من الكيماويات العاكسة للحرارة، والدخان والغبار الناتجان عن البراكين لهما نفس الخاصية، والميثان مركب كيميائي آخر يقلق العلماء لتزايد نسبته في الغلاف الجوي مثل ثاني أكسيد الكربون؛ نتيجة لزيادة الأبقار والخراف والماعز، وكلها تنتج الميثان، وربما يكون الميثان رفع درجة الحرارة $\frac{١}{٤}$ °م؛ وهي كافية لإثارة القلق.

التلوث الناتج عن استخدام الوقود الأحفوري ومشكلة الأمطار الحمضية:

إن عشرة مليارات شجرة من التنوب تموت الآن في ألمانيا، والمنازل في مناطق كثيرة بأوروبا تتآكل ببطء وتتفتت، والحياة السمكية في ٧٠ % من أنهار النرويج وفي ٢٠,٠٠٠ بحيرة سويدية؛ ماتت أو في طريقها للزوال، وبالقرب من كاتويس ببولندا لا تستطيع القطارات أن تجري بأكثر من ٤٠ ميلاً ساعة لأن القضبان قد صدأت.

كل هذا يحدث نتيجة للأمطار غير العادية. إن الأمطار التي تهطل على معظم أوروبا وأمريكا الآن أمطار حمضية. وفي إحدى العواصف التي هبت على غرب فرجينيا كانت الأمطار أكثر حمضية من عصير الليمون، كما تسقط الأمطار الحمضية على المملكة المتحدة، وفي إحدى العواصف بالقرب من أدنبرة كانت الأمطار أكثر حموضة عن المستوى الطبيعي بخمسمائة مرة.

كيمياء الأمطار الحمضية:

إن كل مياه الأمطار تحتوي على قدر قليل من الحمض، ويرجع السبب لذوبان ثاني أكسيد الكربون.

والحمض هو ناتج ذوبان أكسيد لا فلزي مثل الكربون في الماء، والحمض الناتج عن ذوبان ثاني أكسيد الكربون في الماء يسمى حمض الكربونيك. ونتيجة وجود قدر ضئيل من ثاني أكسيد الكربون بالهواء يتكون قدر ضئيل من حمض الكربونيك، والأخير مفيد للنباتات والأشجار لأنه يساعدها على الحصول على الكيماويات من التربة، ولكن زيادة الحامض هي المسببة لكثير من المشاكل الحالية، وهذه الزيادة نتيجة لحرق الوقود الأحفوري، وكلها تحتوي على بعض الكبريت الذي يتحول بالاحتراق إلى ثاني أكسيد الكبريت الذي يذوب في مياه الأمطار، وبالتالي يزيد حمضيتها. ولأن ثاني أكسيد الكبريت أكسيد لا فلزي فإنه يحول مياه الأمطار إلى حمض كبريتيك مخفف، كما تتكون غازات حمضية أخرى من احتراق الوقود الأحفوري مثل فوق أكسيد النيتروجين الذي يذوب في الأمطار مكونًا حمض النيتريك المخفف، ومياه الأمطار الحالية تحتوي على خليط من حمضي الكبريتيك والنيتريك.



١- لندن
٢- مانشستر
٣- برمنجهام
٤- جلاسجو
٥- أدنبرة
٦- كارديف
٧- بحر سوان
٨- برستول
٩- ليفربول
١٠- نيوكاسل
١١- شيفلد
١٢- ليدز
١٣- هول
١٤- ناتيلجهام
١٥- ليتون
١٦- بورتسموث
١٧- سوزاميتون

شكل (١ – ١٥) يبين تقييما للتلوث بغاز ثاني أكسيد الكبريت (كب أ ٢) في كل أنحاء المملكة المتحدة والخطوط المبينة على الخريطة مشابهة لخطوط الكنتور، وكلما ازداد الرقم الخاص بها ازدادت حدة التلوث الموجود في الهواء وفي الأمطار.

التلوث بغاز ثاني أكسيد الكبريت:

غاز ثاني أكسيد الكبريت هو الملوث الرئيسي الناتج من احتراق الوقود الأحفوري، وتنفذ منه للهواء كمية تكفي لإعطاء كل فرد في أوروبا ٢٥ كجم كبريتًا، ويتساقط على المملكة المتحدة من السماء كبريت أكثر من كل المستخدم في جميع صناعاتها الكيميائية.

ودائما يتواجد بعض من ثاني أكسيد الكبريت في الهواء؛ حيث يخرج من البراكين والنباتات والحيوانات المتحللة، ومن المألوف أن نجد بالقرب من المدن الكبرى في أوروبا وأمريكا عشرة أمثال أو مائة مثل الكمية المعتادة (شكل ١ – ١٥) مما قد يسبب مشاكل في تنفس الناس، وخاصة الذين يعانون من النزلات الشعبية.

وفي المملكة المتحدة ينتج التلوث من محطات القوى والصناعات التي تستخدم الفحم والبترول، وحيث ينطلق ثاني أكسيد الكبريت إلى الهواء من خلال المداخن الطويلة، وتحمله الرياح التي لا تلبث أن تسقط على هيئة مطر حمضي.

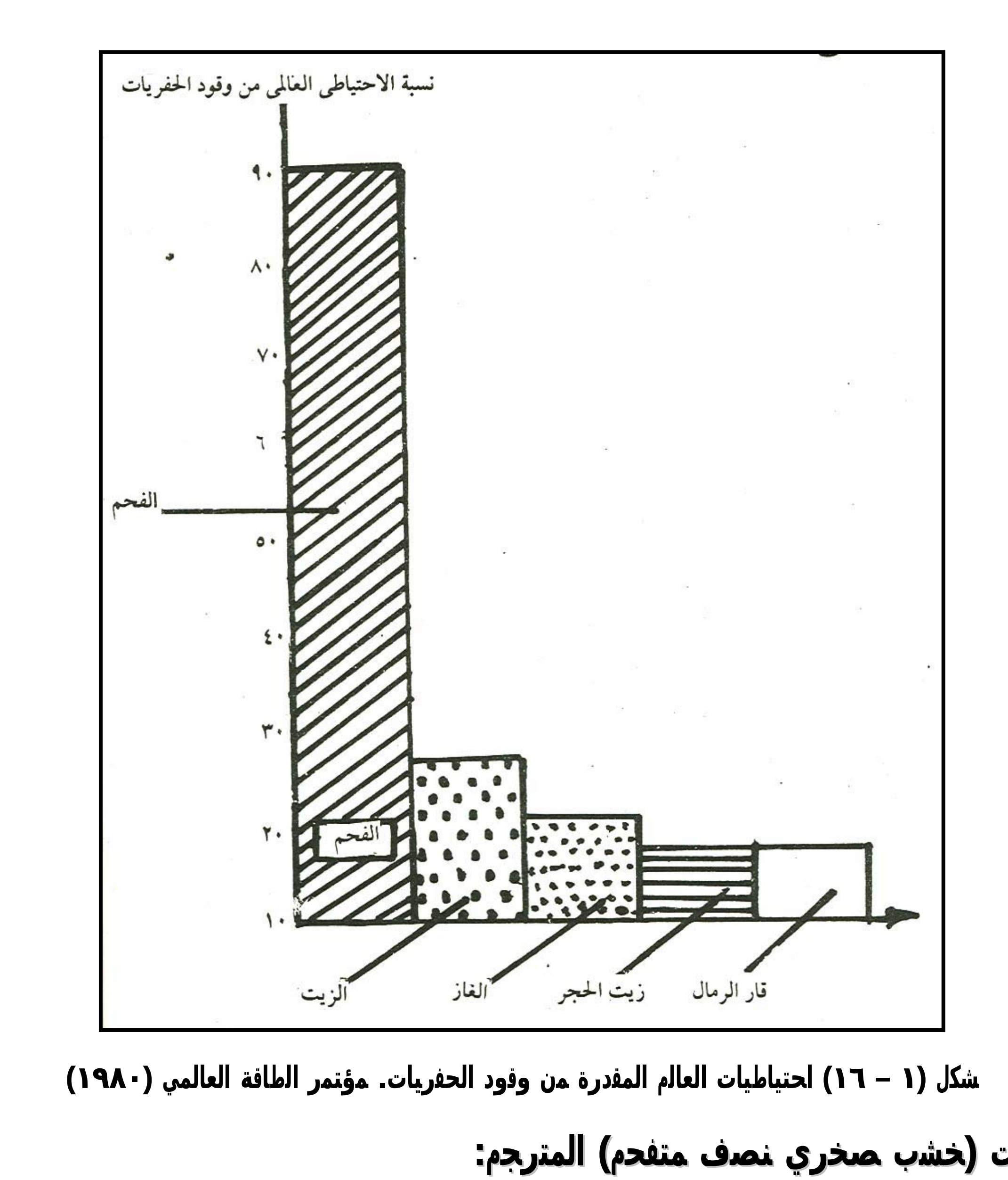
القضاء على التلوث:

دائما ما يكون منع التلوث مكلفًا، ولكن ثمن التلوث من المحتمل أن يكون أكثر تكلفة، وهناك طريقتان رئيسيتان للقضاء على التلوث باستثناء تقليل استخدام الوقود الأحفوري، وأولاهما هي إزالة الكبريت من الوقود، أما الثانية فهي اصطياد ثاني أكسيد الكبريت قبل انطلاقه للجو من المدخنة، وبعض الكبريت يزال فعلاً من الوقود؛ مثل الغاز قبل إرساله للمستهلكين. ومن الممكن إزالة المزيد ولكن هذا سيزيد من تكلفة الوقود. أما ثاني أكسيد الكبريت فبعضه يمكن اصطياده فور تركه مداخن المحطات والمصانع، ومرة ثانية فالمزيد من ثاني أكسيد الكبريت يمكن اصطياده، ولكن العملية مكلفة.

إن تكلفة القضاء على التلوث ليست هي المشكلة الوحيدة التي تقلق راحتنا، فهل نستطيع حقا أن نترك شيئًا مثل الغابة السوداء في ألمانيا تموت، أم نبادر إلى اتخاذ خطوة لحمايتها مهما كلفنا من تكلفة.

أنواع أخرى من الوقود الأحفوري (قار الرمال وزيت الحجر):

إن حوالي ٩٠% من الاحتياطي العالمي من الوقود الأحفوري موجود في الغاز الطبيعي والنفط الخام والفحم، وهناك مصدران آخران من الوقود؛ وهما قار الرمال وزيت الحجر (شكل ١ – ١٦)، وحتى هذه اللحظة لا قيمة لهما من الناحية التعدينية لأن الوقود المستخلص قليل بعد تعدين كميات كبيرة من الرمال والحجر، وعندما يبدأ الغاز الطبيعي والزيت في النضوب فإن هذه المصادر قد تصبح نافعة.



شكل (١ – ١٦) احتياطيات العالم المقدرة من وقود الحفريات. مؤتمر الطاقة العالمي (١٩٨٠)

البيت (خشب صخري نصف متفحم) المترجم:

البيت في الغالب وقود أحفوري ويتكون من النباتات التي تحللت من أعوام عديدة؛ وهو شائع الوجود في الجبال الرطبة مثل "الأرض المرتفعة" في أسكتلندا، ومن الممكـن اسـتخراجه وتجفيفه واستخدامه كوقود، ويمكن حرقه في محطات توليد الطاقة لتوليد الكهرباء، وهذه الطريقة رخيصة مثل استخدام الفحم أو الزيت، وهناك محطات طاقة في هولندا وأيرلندا تعمل بالبيـت، وهذه الطريقة مفيدة في المناطق النائية قرب مصادر البيت.

الحرائق ومكافحتها:

نحن نستخدم النار يوميا ولكن إذا ما فقدنا السيطرة عليها فهي خطيرة ورهيبة، وفي عام ١٦٦٦ دمر حريق معظم مدينة لندن، وتخيل لو أن هذا حدث اليوم. واندلاع الحرائق يعتمد على ثلاث ركائز وهي: الوقود، والأكسجين، والحرارة (شكل ١ – ١٧)، وإذا أزيلـت إحـدى هـذه الركائز يخمد الحريق، فكل النيران تحتاج إلى وقود للاشتعال، وإلى الحـرارة ليبقـى الوقـود

مشتعلاً، كما تحتاج الأكسجين للتفاعل مع الوقود، فإذا غاب أحدهم ستنطفئ النار، فإذا ما استخدمنا الماء انطفأت النار؛ أي أزيل ضلع من أضلاع هذا المثلث.

الأكسيجين
الحرارة
الوقود

شكل (١ – ١٧) مثلث الاشتعال

أنواع الحرائق:

قسم رجال الإطفاء الحرائق إلى أربعة أنواع:

قسم أ : المواد العادية مثل الخشب والورق والأقمشة والبلاستيك.

قسم ب : السوائل الملتهبة مثل دهون الطهي والزيت والبترول.

قسم جـ : الغازات الملتهبة مثل الغاز الطبيعي.

قسم د : المعادن.

إطفاء الحرائق:

يمكن إطفاء حرائق قسم أ (مثال ذلك الخشب والورق) بسهولة كبيرة باستخدام الماء حيث يبرد الماء النار، وبالتالي لا يصبح للحرارة أي أثر في الاشتعال.

أما حرائق قسم ب وقسم جـ؛ فيجب مكافحتها بطريقة مختلفة، فعلى سبيل المثال يمكنك إطفاء طاسة القلي باستخدام الماء لأن الدهن المنصهر سيطفو على الماء وبعض من هذا الدهن أيضًا سيتطاير محترقًا في الهواء، وأسرع طريقة لإطفاء طاسة مشتعلة هي تغطيتها بحامل الخبز أو ما شابه ذلك (غطاء حلة)، سيمنع هذا الأكسجين عن النار وبالتالي يؤدي إلى إخماد الحريق. ومن الممكن استخدام جهاز إطفاء ثاني أكسيد الكربون؛ حيث يندفع غاز ثاني أكسيد الكربون المضغوط من فوهة الطفاية مكونًا غطاء يمنع الأكسجين عن النار.

إن حرائق الغاز والبترول ذات خطورة خاصة صناعة تكرير الـنفط، ومـن الممكـن استخدام الطفاية الرغوية أو طفايات البودرة الجافة لمكافحة هذه الحرائق، وأجهزة البودرة الجافة مفضلة؛ فهي لا تكون غطاء من الرغاوي فوق النار المشتعلة، ولكنها تعمل على إيقاف تفاعـل الاحتراق.

وهناك كيماويات مختلفة ممكن استخدامها في هذه الأجهزة، ومثـال ذلـك بيكربونـات الصوديوم، فإن ٢٠ كجم من هذا المسحوق الجاف كافية تماما لخنق النفط المستعمل أو الغاز في حفار بترولي.

قسم د؛ ويتضمن المعادن، وهو صعب في إطفائه، وتلك مشكلة أخـرى فـي حفـارات البترول. إن حرائق البترول تشتعل عندما تبلغ الحرارة ١٢٠٠°م، ولكن الـصلب ينهـار عنـد ٥٤٠°م، وعليه يتم استخدام دهانات خاصة مقاومة للحرائق لتغطية الصلب. والمعادن الـساخنة يمكنها التفاعل مع البخار أو ثاني أكسيد الكربون، ولكن بعض أنواع أجهزة الإطفاء بالمـسحوق الجاف ممكن استخدامها. أما إذا كان الحريق خاصا بتجهيزات كهربائية فإنه من الضروري عدم استخدام الماء أو الرغاوي لتلافي خطر الصدمة الكهربية، ولكن استخدام أجهزة ثـاني أكـسيد الكربون يعتبر مناسبا أكثر.

جهاز الإطفاء	النار	كيف تعمل
الماء	الورق، الخشب، المنسوجات	يبرد التفاعل وعليـه تخمـد النار
ثاني أكسيد الكربون	البترول، الأجهزة الكهربية	يمنع الأكسجين عن النار
البودرة	النفط والغاز	يوقف التفاعل المتأجج
الهالون (سائل)	الأجهزة الكهربائية	يوقف التفاعل المتأجج
الرغاوي	البترول	يكون طبقة رغـاوي تمنـع الأكسجين من النفاذ عـلاوة على تبريد التفاعل

جدول (١ – ٣) استخدامات أجهزة الإطفاء[١]

(1) ملحوظة: حظرت اتفاقية مونتريال استخدام الهالون بحلول عام ٢٠٠٠.

الطاقة النووية

الذرات:

إن كل شيء من حولنا مكون من جزيئات صغيرة تسمى الذرات، وتلك بدورها مصنوعة من جزيئات أصغر تسمى البروتونات والنيوترونات والإلكترونات. والبروتونات والنيوترونات موجودة في مركز الذرة (النواة)، بينما تحيط الإلكترونات بالنواة (شكل – ٢ – ١)، والطاقة النووية هي الطاقة الناتجة من انشطار الذرة.

النواة
(البروتون + نيوترون)
الكترون

شكل (٢ -١) شكل تخطيطي للذرة وتوضيح شكل الذرة يساعد في تفسير الكثير من الأمور في الكيمياء

البروتونات والنيوترونات والإلكترونات:

هذه الجسيمات لها خاصيتان هامتان: الكتلة والشحنة الكهربية، ومن المستحيل معرفة أوزان أو كتل هذه الجسيمات بوزنهم مباشرة، وذلك لصغرهم المتناهي؛ لذلك فإن كتلهم من الممكن مقارنتها بكتلة ذرة الهيدروجين، وكتلة ذرة الهيدروجين هي وحدة الكتلة الذرية تقريبا وكل من البروتون له نفس كتلة الهيدروجين، وعليه فإنه كل منهما له كتلة هي وحدة الكتل الذرية[1].

أما الإلكترونات فهي أخف كثيرا، فكتلة البروتون أو النيوترون= كتلة ٢٠٠٠ من الإلكترونات، وعليه يمكن إهمال كتلة الإلكترونات عند حساب كتلة الذرة، والبروتونات لها شحنات كهربية موجبة تقابلها شحنات الإلكترونات السالبة كهربيا، أما النيوترونات فهي متعادلة الشحنة.

الجسم	الكتلة (بوحدة الكتل الذرية)	الشحنة الكهربائية
البروتون	١	موجب
النيوترون	١	متعادل
الإلكترون	١ / ٢٠٠٠	سالب

الجدول (٢ – ١) يبين لنا كتل وشحنات البروتونات والنيوترونات والإلكترونات.

(1) ملحوظة: استخدم المترجم ذرة الهيليوم لإيضاح النواة، وبها ٢ نيوترون، ٢ بروتون ويدور حولها الكتونان.

ذرات العناصر المختلفة:

إن الذرة هي أصغر جزء من العنصر، ولكل عنـصر ذرة خاصـة تميـزه، وهنـاك ما يزيد على مائة عنصر، وعليه فهناك أكثر من مائة ذرة مختلفة.. وشكل (٢ – ٣) يمثل جزءا من الجدول الدوري لترتيب العناصر، وهذا الجدول مفيد لأنه يحتـوي علـى معلومـات عـن الذرات. وشكل (٢ – ٤) يوضح رمز كل ذرة ورقمين داخل خانة: الرقم السفلي يدل على الرقم الذري، ويمثل عدد البروتونات في نواة العنصر، والرقم الذري للكربون = ٦، وعليه فكل ذوات الكربون تحتوي على ٦ بروتونات في نواتها، وإذا ما قرأت الجدول في صـفوف أفقيـة فإنـك تشاهد العناصر مرتبة تبعا لأرقامها الذرية، وكل ذرة تحتوي على عدد متماثل من البروتونـات والإلكترونات، وهذا يعني أن العدد الذري = عدد الإلكترونات في الذرة.

النظائر الأيوتوبات:

قبل الحديث عن العدد العلوي في كل خانة في الجدول الدوري، فمن الضروري إلقـاء نظرة فاحصة على النواة. إن ذرات العنصر الواحد تحتوي على عدد متماثل مـن البروتونـات بينما عدد النيوترونات مختاف، والذرات المختلفة تسمى نظائر.

شكل (٢ – ٢) يبين جزءا من الجدول الدوري لترتيب العناصر / (شكل ٢ – ٣) خانة الكربون في الجدول الدوري

نواة هيدروجين – ٣ نواه هيدروجين – ٢ نواة هيدروجين –

شكل (٢ – ٤) نظائر الهيدروجين (ب = بروتون، ن = نيوترون).

والهيدروجين العنصر الأول في الجدول الدوري له ثلاثة نظائر، بداخل كل ذرة بروتون واحد وإلكترون واحد؛ لأن الرقم الذري للهيـدروجين = ١ والنظيـر الأول لا يحتـوي علـى نيوترون، بينما الثاني يحتوي على نيوترون واحد، أما الثالث فيحتوي على نيوترونين (شـكل ٢ – ٤).

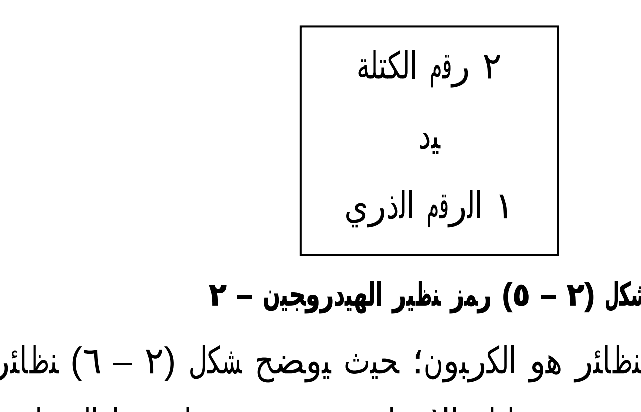
والخلاف الرئيسي بين هذه النظائر هي الكتلة، وممكن حساب كتلة النظير بإضافة أعداد البروتونات مع مراعاة أن البروتونات لها كتلة متساوية = الوحدة، بينما تهمل كتلة الإلكترونات.

ورقم الكتلة هو حاصل جمع البروتونات والنيوترونات، والجدول (٢ – ٢) يوضح أرقام الكتلة للنظائر الثلاث للهيدروجين.

النظير	البروتونات	النيوترونات	رقم الكتلة
هيدروجين – ١	١	صفر	١
هيدروجين – ٢	١	١	٢
هيدروجين – ٣	١	٢	٣

الجدول (٢ – ٢) نظائر الهيدروجين

والطريقة الصحيحة لكتابة الرمز لنظيرنا موضحة بالشكل (٢ – ٥) باسـتخدام نظيـر الهيدروجين – ٢.



٢ رقم الكتلة

يد

١ الرقم الذري

شكل (٢ – ٥) رمز نظير الهيدروجين – ٢

ومثال ثانٍ لعنصر له نظائر هو الكربون؛ حيث يوضح شكل (٢ – ٦) نظائر الكربـون الثلاثة، ونظير الكربون – ١٤ يتميز بنشاطه الإشعاعي وموجود بنهاية هذا الفصل، أما الكربون – ١٢ فهو هام للعلماء لأن كل الكتل الذرية تقاس اليوم بالمقارنة به.

كربون – ١٢
النواة ٦ك١٢
كربون – ١٣
النواة ٦ك١٣
كربون – ١٤
النواة ٦ك١٤

شكل (٢ – ٦) نظائر الكربون (ب: بروتون، ن: نيوترون)

الكتل الذرية النسبية:

معظم العناصر مخاليط لنظائر عديدة مختلفة؛ فكل نظير لـه كتلـة مختلفـة لأن عـدد نيوتروناته مختلف، والكتلة الذرية النسبية هي متوسط كتلة الذرات لأي عنصر. ويقع هذا الرقم في أعلى خانة من خانات الجدول الدوري، وشكل (٢ – ٧) يوضح خانة الهيدروجين.

١ الكتلة الذرية النسبية

يد

١ الرقم الذري

شكل (٢ – ٧) خانة الهيدروجين في الجدول الدوري

إن الكتلة الذرية للهيدروجين = الوحـدة، وذلـك بـالرغم مـن وجـود نظـائر لـه كتلتيهما ٢ و٣، والسبب في هذا أن غالبية ذرات الهيدروجين مكونة من هيدروجين – ١ وقليـل جدا من ذرات الهيدروجين – ٢، وهيدروجين – ٣؛ مما يجعل متوسط الكتلة ثابتًـا تقريبـا لأن الاختلاف الناشئ عنها ضئيل يمكن إهماله.

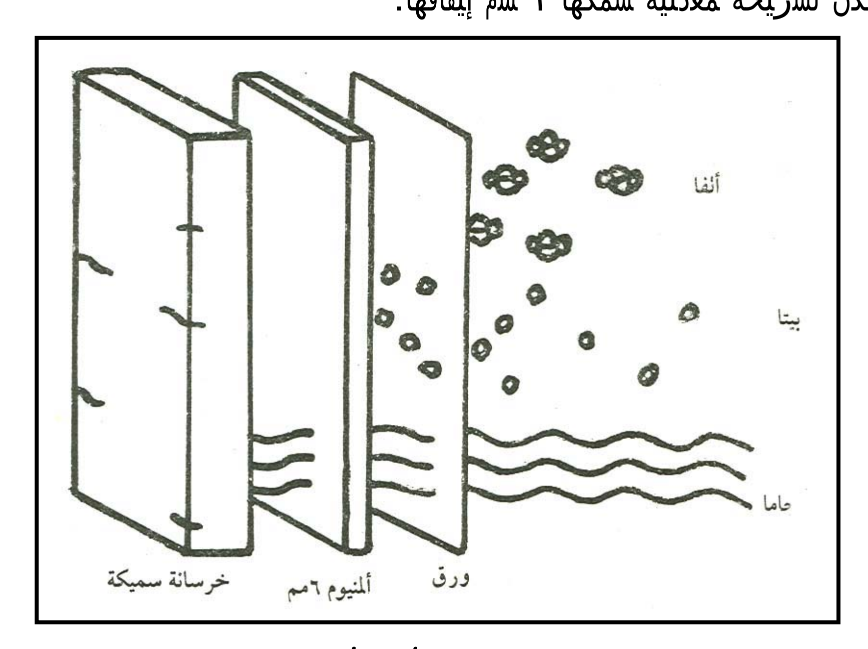
النشاط الإشعاعي: -

أحيانًا تتحطم نواة ذرة وعندما يحدث هذا تنطلق الطاقة أو تُشَع. والذرات التي تتحطم بهذه الطريقة تسمى مشعة والإشعاع هو الطاقة المنبعثة.

الإشعاع: -

هناك ثلاثة أنواع من الإشعاع تنطلق من الذرات المشعة وهي ألفا □ ، وبيتا β، وجاما θ، وجسيم ألفا α يمثل نواة ذرة الهليوم، وليس له خطورة كبيرة؛ حيث يمكن للجلد إيقافها.

جسيمات بيتا β هي إلكترونات عالية السرعة، ويمكنها النفاذ خلال الجسم، وإتلاف الخلايا، ويمكن لشريحة معدنية سمكها ١ سم إيقافها.



شكل (٢ – ٨) قوة نفاذ أشعة ألفا، بيتا، جاما

أشعة جاما θ:

ذات نفاذية عالية مثل أشعة إكس، وهي خطيرة جدا، وجرعات صغيرة منها ممكن أن تسبب دوار الإشعاع، أما الجرعات الكبيرة فتحرق الجلد وتسقط الشعر وتسبب السرطان، ثم الموت. ومن الممكن لشريحة رصاص سمكها عدة سنتيمترات أو حائط سميك من الخرسانة إيقافها. ويوضح شكل (٢ – ٨) قوة نفاذ الأنواع الثلاثة من الإشعاع.

وبالرغم من أن النشاط الإشعاعي خطير، إلا أنه ذو فائدة عظيمة إذا أحسنا استخدامه.

النظائر في الطب:

بالرغم من أن الإشعاع قد يسبب السرطان؛ فمن الممكن استخدامه في علاجه، وذلك بتدمير خلايا السرطان، كما يمكن استخدام النظائر المشعة لإعطاء الأطباء معلومات عن كيفية عمل أجزاء من الجسم البشري. العلاج الإشعاعي في المستشفى الملكي المجاني (الحر) بلندن يتم باستخدام إشعاع نظير الكوبلت – ٦٠ لعلاج السرطان، ويتم التحكم في الآلة بواسطة حاسب آلي (كمبيوتر).

ويمكن قياس وظيفة الكلية في المستشفى الملكي بأدنبرة، ويعطى المريض جرعة من نظير اليود – ١٣١، وتقوم الآلة بقياس الإشعاع المنبعث من هذا النظير من كل كلية.

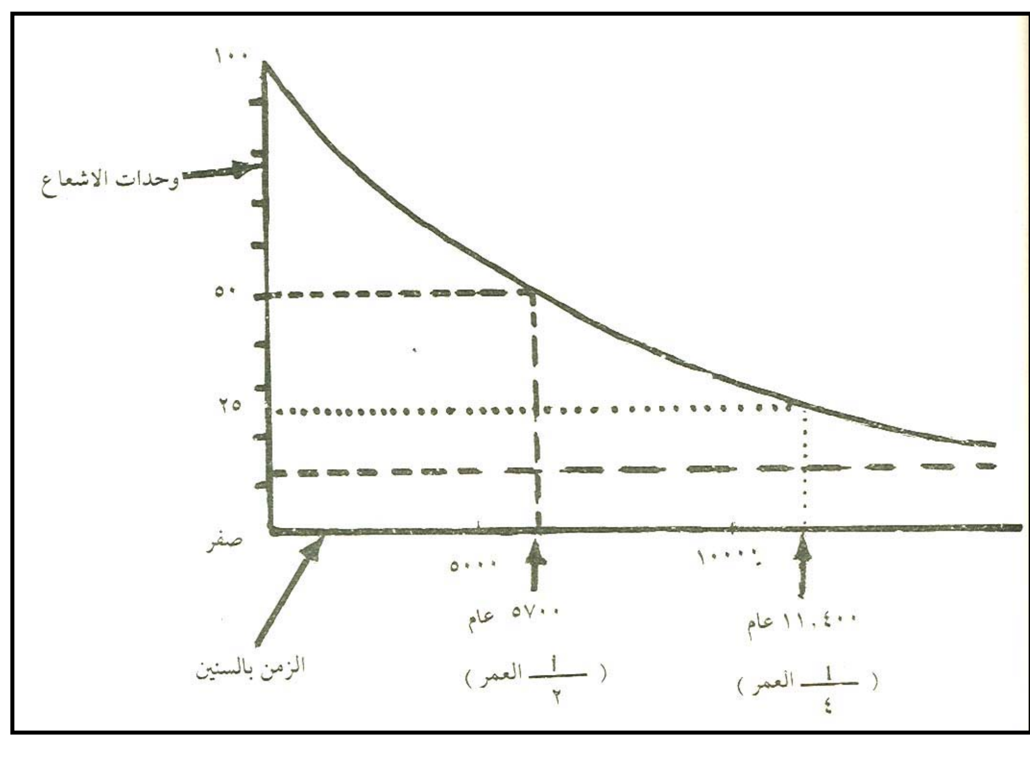
ومن الممكن أيضا قياس سمك أنبوبة بواسطة جهاز قياس يمكن حمله، وتحتوي الأنبوبة على السيزيوم – ١٣٧ المشع، وكلما زاد سمك الأنبوبة كان الإشعاع النافذ أقل، كما يمكن اختبار سمك سلك الإطار المطاطي في شركة "أفون" للمطاط باستخدام إسترنشيوم ٩٠.

النظائر في الصناعة:

استفادت صناعات كثيرة من النظائر المشعة، وتعتمد هذه الاستخدامات على قوة نفاذ الإشعاع، فكلما زاد سمك المادة قلت نفاذية الإشعاع خلالها.

استخدام نظائر الكربون في تحديد عمر الآثار:

يقل النشاط الإشعاعي للعناصر المشعة بمضي الوقت؛ لأن كل ذرة ينضب إشعاعها، وتتحول كل ذرة مشعة أعطت الإشعاع إلى ذرة أخرى. وعندما تتحول كل الذرات المشعة إلى ذرات غير مشعة يتوقف الإشعاع كلية. والنظائر المشعة المختلفة تتحول بهذه الطريقة، ولكن بمعدلات مختلفة، ويتم قياس السرعات بوحدة نصف العمر، وتعرف على أنها الوقت الذي تستغرقه $\frac{١}{٢}$ الذرات المشعة لتتحول إلى غير مشعة. وتتفاوت فترات نصف العمر بين جزء من الثانية حتى ملايين السنين. وفترة $\frac{١}{٢}$ العمر للكربون – ١٤ = ٥٧٠٠ عام، وهذا يعني أننا إذا بدأنا بكمية من الكربون – ١٤ قدرها ١٠٠ ذرة، فسيبقى ٥٠ ذرة فقط بعد ٥٧٠٠ عام، وبعد ٥٧٠٠ عام أخرى سيتبقى ٢٥ ($\frac{١}{٢}$ الخمسين)، والرسم البياني لتغير النشاط الإشعاعي موضح بالشكل (٢ – ٩).

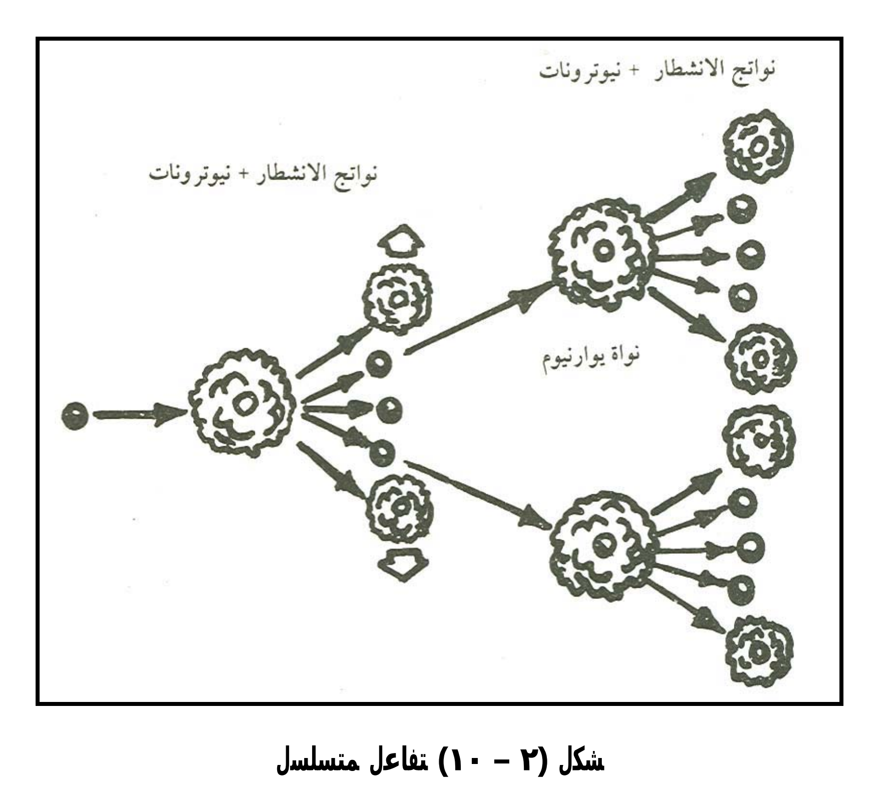


شكل (٢ – ٩) التحلل الإشعاعي لنظير الكربون – ١٤

ويمكن استخدام الكربون – ١٤ لمعرفة زمن موت نباتات أو حيوانات، ويسمى هذا تزمين الكربون المشع، ويمكن تحديد زمن العظام البشرية بهذه الطريقة، وأي شيء نباتي أو حيواني من الممكن تزمينه أيضا بهذه الطريقة، فالمائدة المستديرة في ونشسترو لها صلة بالملك أرثر، وتشير نتائج استخدام الكربون المشع أنها صنعت في القرن الثالث عشر، ويرجع الفضل في نجاح استخدام الكربون المشع إلى أن الكائنات الحية تحتوي على مركبات الكربون، وعند وفاتها فإنها تتوقف عن استقبال أي كربون جديد. والكربون – ١٤ الموجود أصلاً فيها يتناقص بمرور الوقت لأنه مشع. وبعد ٥٧٠٠ عام يتناقص حتى نصف الكمية الأصلية، ويمكن قياس الكربون – ١٤، واستخدام هذه النتيجة لتحديد زمن موت الكائن.

استخدام الطاقة النووية (الأسلحة النووية):

عندما تتحطم النواة تنبعث الطاقة، وفي القنبلة الذرية تنطلق الطاقة بسرعة هائلة وتحدث انفجارا، وقد تم صناعة القنبلة الذرية الأولى من نظير اليورانيوم – ٢٣٥. وكل نواة لذرة اليورانيوم، تنشطر ينطلق منها نيوترونان أو ثلاثة نيوترونات، وهذه النيوترونات تصطدم بذرات يورانيوم أخرى، وتشطرها وهذا ما يعرف باسم التفاعل المتسلسل، ويستمر هذا التفاعل على هذه الوتيرة حتى ينشطر عدد كبير جدا من ذرات اليورانيوم مرة واحدة لتحدث انفجارا.



شكل (٢ – ١٠) تفاعل متسلسل

وبالرغم من أنه قد تم تفجير مئات من الأسلحة الذرية، إلا أن اثنين فقط استخدمتا فـي الحرب، إحداهما صنعت من اليورانيوم – ٢٣٥ والثانية من البلوتنيوم – ٢٣٩، وتم إسـقاطهما على اليابان في أغسطس ١٩٤٥. والأسلحة النووية هي أقوى وأخطر متفجرات عرفها الإنسان. كانت قوة قنبلة هيروشيما تعادل ١٠,٠٠٠ طن ديناميت، وقد سوت معظم المدينـة بـالأرض، والأسلحة النووية في العالم اليوم من الممكن أن تصنع أكثر من مليون قنبلة مثل قنبلة هيروشيما، وهجوم نووي أمريكي بواسطة خمس غواصات قد ينتج عنه قتل ٤٠ مليون نسمة، وتـدمير ٦٠ % من الصناعة السوفيتية، وبإمكان الروس إحداث نفس الخسائر للولايات المتحدة الأمريكية.

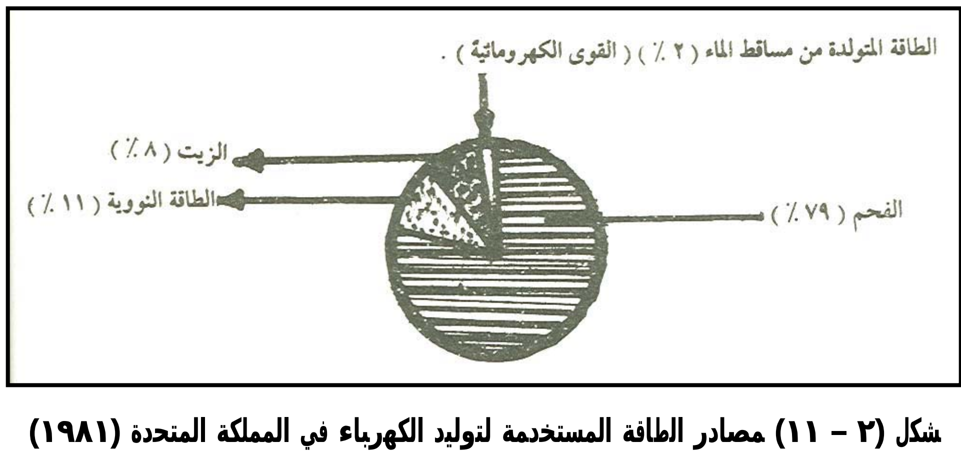
إن الأسلحة النووية أكثر خطرا من مادة ت. ن. ت البسيطة، والأشعة المنبعثـة عنهـا يمكنها التأثير على البشر لسنوات عدة، ويمكنها التأثير على الأجنة، وهنـاك مـا يزيـد علـى ٣٠٠,٠٠٠ ضحية لقنبلة هيروشيما ما زالوا على قيد الحياة.

وللأسلحة النووية آثار مخيفة حتى إن أغلب الناس يريد أن يراها مدمرة، والبعض يعتقد أن كل الأسلحة بالمملكة المتحدة يجب تدميرها فورا حتى لو لم تحذُ الدول الأخرى حذوها.

إن حملة نزع السلاح النووي (ح. ن. س. ن) هي خير عمل لجماعة من البـشر تفكـر بهذه الطريقة، وفي السنوات الأخيرة يحضر اجتماعات (ح. ن. س. ن) ما يصل إلى ١٠٠,٠٠٠ نسمة في وقت واحد.

وهناك أناس آخرون يعتقدون أنه يجب علينا التخلص من أسلحتنا النووية، إذا ما قامت الدول الأخرى بذلك، وهؤلاء الناس يقولون إن حربا عظمى في أوروبا قد أمكن تجنبها لحوالي ٤٠ عاما فقط بسبب الآثار المحتملة للأسلحة النووية.

والآن فإن الدول مالكة الأسلحة النووية مثل الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفييتي والمملكة المتحدة لا يمكنها الاتفاق على إيقاف إنتاج هذه الأسلحة، ولا يمكنهم الاتفاق أيضا على التخلص من الأسلحة الأخرى التي في حوزتهم.



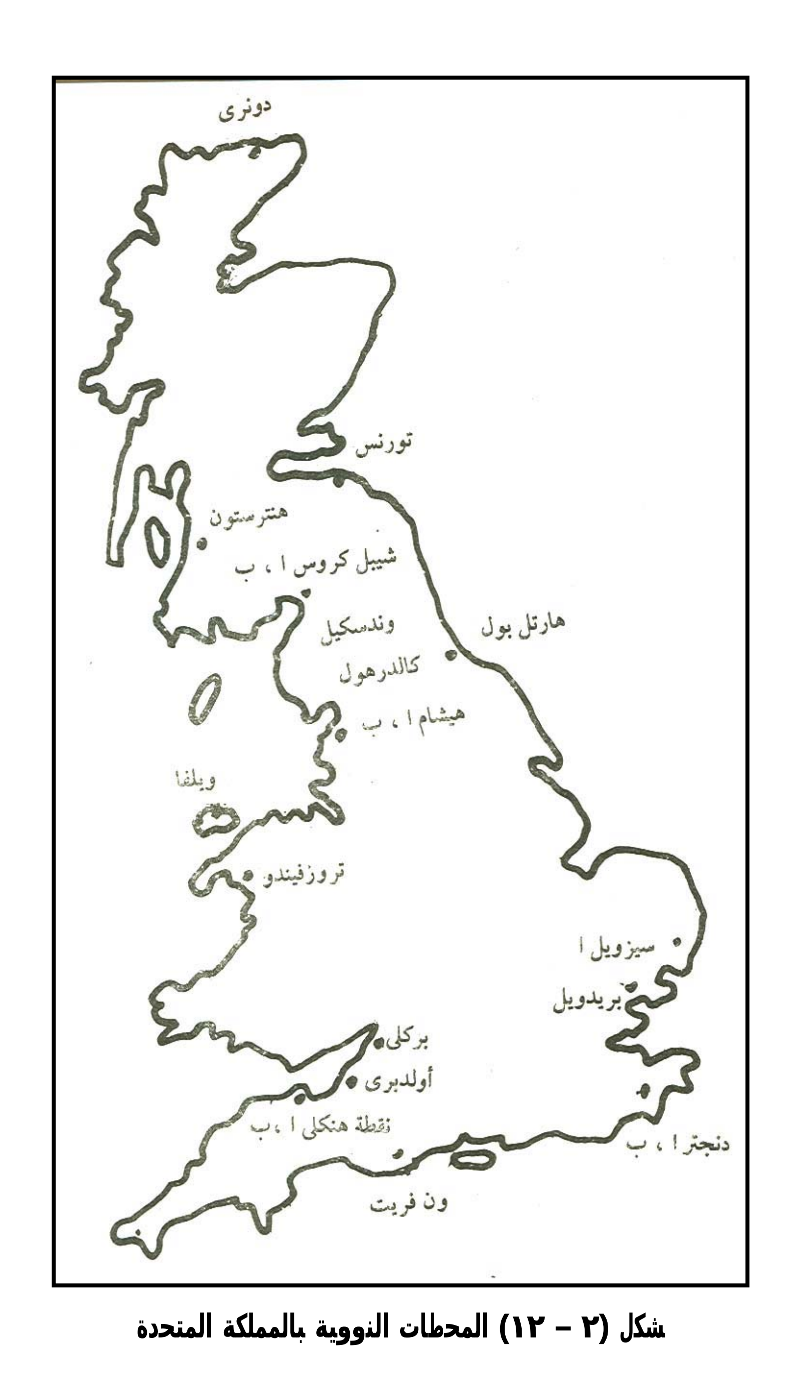
شكل (٢ – ١١) مصادر الطاقة المستخدمة لتوليد الكهرباء في المملكة المتحدة (١٩٨١)

محطات إنتاج الطاقة النووية:

في محطة نووية يتم تسخير الطاقة المنبعثة عن انشطار الذرات لإنتاج الكهرباء وتزود الطاقة النووية المملكة المتحدة بما يزيد على ١٠ % عن الكهرباء، بالرغم من أن معظم كهرباء المملكة المتحدة تأتي من حرق الفحم (شكل ٢ – ١١)، وقد تم افتتاح أول محطة كبيرة للطاقة النووية في كالدرهول في كيمبريا عام ١٩٥٦، ومنذ ذلك الوقت تم بناء حوالي ٢٠ محطة في المملكة المتحدة (شكل ٢ – ١٢).

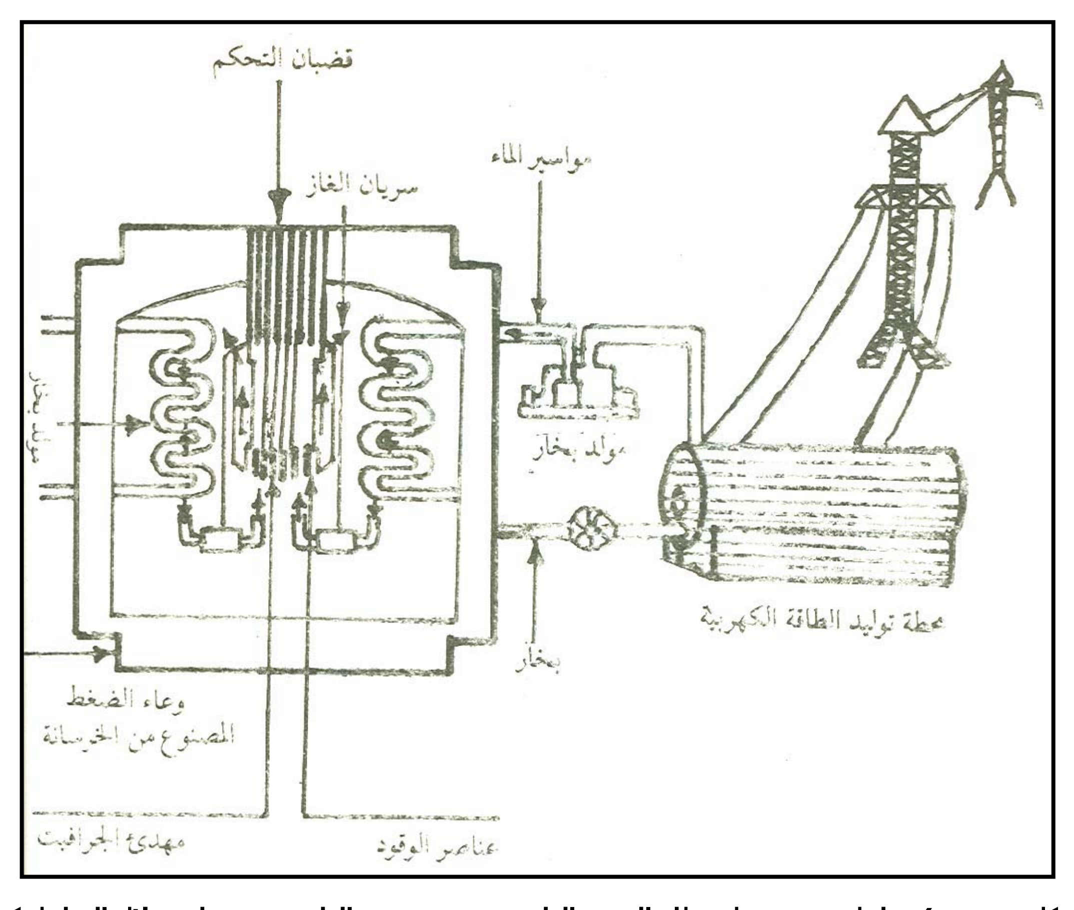
إن معظم المحطات النووية تستخدم اليورانيوم كوقود في صورة قضبان تسمى الوقود، وتوضع في المفاعل الخاص بمحطة القوى، وبداخل المفاعل تنشط ذرات اليورانيوم وتنطلق الطاقة، ويتم التفاعل في وجود الجرافيت الذي يوضع داخل المفاعل مع قضبان الوقود، والجرافيت فائدته التأكد من توجه النيوترونات المنطلقة من الانشطارات للاصطدام بنويات أخرى لاستمرارية التفاعل، ويسمى الجرافيت المهدئ لهذا التفاعل.

والتفاعل بالكامل ممكن السيطرة عليه بقضبان البورون، فعند دفعها داخل المفاعل فإنها تمتص النيوترونات وتغلق المفاعل (شكل ٢ – ١٣).



شكل (٢ – ١٢) المحطات النووية بالمملكة المتحدة

وفي محطات نووية كثيرة فالطاقة الحرارية في المفاعل تستخدم لتسخين ثـاني أكـسيد الكربون، ويدفع الغاز الساخن مولدا بخاريا، والبخار الناتج يستخدم لتوليد الكهرباء، وهذا النوع من المفاعلات يستخدم نظير اليورانيوم (٢٣٥) النادر، والأخير يـشكل أقـل مـن ١ % مـن اليورانيوم، والباقي هو يورانيوم – ٢٣٨.



(شكل ٢ – ١٣) مفاعل متقدم يعمل بنظام التبريد الغازي، ويتم تسخين الغاز عند سريانه خلال المفاعل كما توضحه الأسهم الموضحة بالشكل، ويقوم الغاز بنقل حرارته للماء، والذي يتحول بدوره إلى بخار (مولد البخار في الشكل)، ويقوم البخار بتحريك تربين لتوليد الكهرباء (مولد الكهرباء في الشكل).

وموارد اليورانيوم العالمية قليلة، ورصيدنا منه يكفي ٥٠ عاما للمحطات النووية التقليدية، ولهذا قام العلماء بتصميم محطات جديدة (المولدات السريعة) يمكنها استعمال يورانيوم ٢٣٨، وباستخدام المولدات السريعة هذه سيكفينا اليورانيوم حوالي ٢٠٠٠ عام، وهذا يبدو جيدا، ولكن هناك مشكلتان: هل المحطات النووية مأمونة بدرجة معقولة؟ ثم هل هي ضرورية حقا؟

هل الطاقة النووية مأمونة؟

إن كثيرا من الناس في قلق لوجود أخطار كثيرة للغاية من المحطات النووية، وخاصة المولدات السريعة، وينادون بوجوب عدم بناء أي محطات أخرى، وبالرغم من أنه غير محتمل أن ينفجر مفاعل نووي مثل القنبلة الذرية فهناك مخاطر أخرى.

والخطر الأول هو العلاقة بين المفاعلات النووية والقنابل الذرية؛ ففي محطة نووية عادية، وفي المصانع الخاصة بإنتاج وقود المولدات السريعة؛ يتم إنتاج نظير البلوتونيوم – ٢٣٩ الذي يمكن استخدامه لإنتاج القنابل الذرية، وأي دولة لديها محطة نووية فهي في منتصف الطريق لإنتاج القنابل الذرية، وعلاوة على ذلك فهذه المواقع يمكن أن تكون أهدافًا للجماعات الإرهابية.

والخطر الثاني هو تسرب الإشعاع من المحطة النووية، وقد حدث من قبل، والبعض يقولون إنه خطير، وآخرون يقولون إنه لا داعي للقلق.

أما الخطر الثالث فهو النفايات المشعة من المحطات النووية، ومن الضروري تخزين النفايات بأمان لعدة مئات من الأعوام، ولا يمكن إلقاؤها في حفرة عادية مثل النفايات العادية لأنها غاية في الخطورة، ويكتشف الناس طرقًا أفضل لتخزينها ولكنهم لا يمكنهم منعها من الإشعاع.. هل من العدل أن نترك هذا الخطر المتمثل في النفاية النووية للآخرين للعناية به أعواما بعد موتنا؟

هل المفاعل النووي ضروري؟

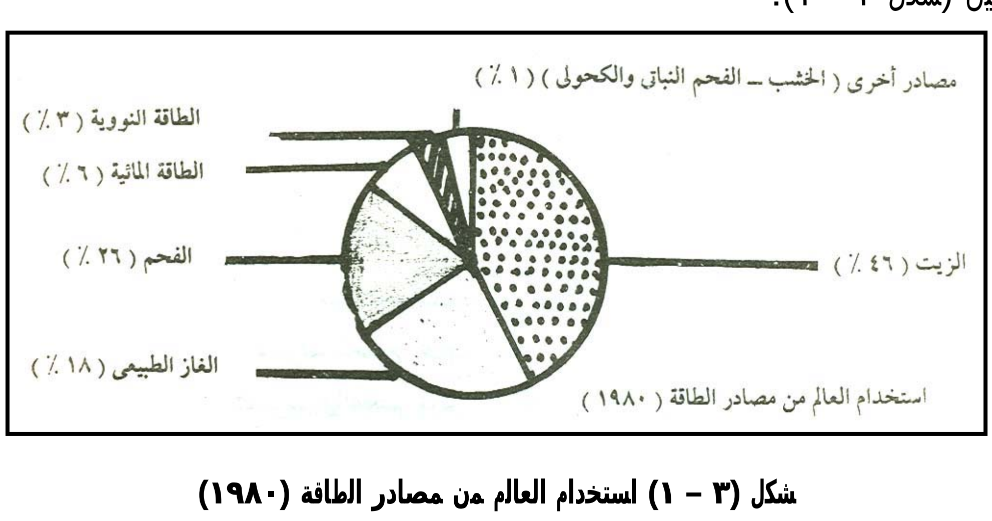
هناك مخاطر عند استخدام الطاقة النووية، ومع ذلك هناك مخاطر في حالة عدم استخدامها، فسوف نحتاج لطاقة بديلة حيث إن الغاز الطبيعي والبترول في طريقهما للنضوب، والفحم يمكن أن يكفينا لبعض الوقت ولكنه يسبب مشاكل التلوث الخطيرة (المطر الحمضي) وظاهرة الصوبة الخضراء.

حاول أن تتخيل ما قد يحدث لمجتمعنا إذا حدث نقص في الطاقة قد تحدث تمردات خطيرة، أو ما هو أسوأ بين الناس لأنهم سيحاربون من أجل الطاقة التي تبقت. ومن العسير أن نعلم أي المخاطر أكبر (مخاطر الطاقة النووية؟ أم مخاطر نقص الطاقة التقليدية؟)، وبعض الدول قد قررت فعلاً عدم استخدام الطاقة النووية، وعلى سبيل المثال فإن النمساويين قد صوتوا ضد بناء أي محطات نووية. كيف تعتقد أن الناس في هذا القطر سيموتون؟ وما هي الأسباب التي سيقدمونها ومن الممكن أن تقدم استبيانًا لمعرفة ذلك؟

مصادر الطاقة البديلة

أزمة الطاقة:

قليل من الناس يتوقعون أن مصادر العالم من الغاز الطبيعي والبترول ستكفي ما يزيد على ٥٠ عاما، ومعلوم أن حوالي ٦٥ % من موارد الطاقة العالمية الحالية تأتي من هذين الوقودين (شكل ٣ – ١).



شكل (٣ – ١) استخدام العالم من مصادر الطاقة (١٩٨٠)

وربما يستمر الفحم لمدة أطول نسبيا ربما تبلغ ٣٠٠ عام، وقد يبدو لك هذا وقتًا طويلاً ولكن تذكر أن الإنسان يعيش على ظهر هذا الكوكب منذ ملايين السنين.

وهناك مشكلة أخرى مع وقود الحفريات، فإذا داومنا على إحراقه بسرعة كبيرة فإن علماء كثيرون يعتقدون بأننا نرفع درجة حرارة الغلاف الجوي بدرجة كبيرة، وسيتأثر المناخ العالمي بدرجة خطيرة (ظاهرة الصوبة الزجاجية).

والبديل الواضح للوقود الأحفوري هو استخدام اليورانيوم في محطات الطاقة النووية، وهنا تظهر مشاكل أخرى، فرصيد العالم من اليورانيوم لمحطات الطاقة النووية التقليدية من المحتمل أن ينضب قبل البترول. ومن الممكن لنا أن نطيل مدة استخدام اليورانيوم حوالي ألف عام باستعمال مولدات الطاقة السريعة، ولكن الناس في قلق بسبب النفايات المشعة والعلاقة القائمة بالأسلحة النووية. إننا في مواجهة أزمة طاقة ويمكن أن نفعل أمرين: الأول استخدام الطاقة بأحرص ما يمكن، والثاني هو البحث عن مصادر طاقة أخرى. وهذا الفصل يتناول مصادر الطاقة البديلة، ولكن التوفير فيها هام أيضا. وفي تقرير أمريكي حديث يقول إن $\frac{١}{٣}$ الطاقة الإجمالية المستخدمة في الولايات المتحدة الأمريكية ممكن توفيرها بالتصميم الجيد للمباني الجديدة وإدخال تعديلات في المباني القديمة.

ما الذي يصنع مصدرا جيدا للطاقة؟

هناك ٣ نقاط للتفكير فيها:

١- إحلالية مصدر الطاقة؛ وهذا يعني أنه في الإمكان دائما إعادة تجديد هذا المصدر؛ لأنه لا ينضب، والوقود الأحفوري واليورانيوم لا يمكن إحلالهما.

٢- يجب أن يكون هناك فائض من مصدر الطاقة، ويجب أن يكون رخيصا بدرجة معقولة.

٣- استخدام الطاقة يجب أن يسبب أقل قدر من التلوث أو التدمير للبيئة بقدر الإمكان.

إحلالية مصادر الطاقة (الخشب والفحم النباتي):

إن ناتج الخشب والفحم النباتي يمدنا بقدر صغير من الطاقة العالمية (شكل ٣ – ١)، وهذا لا يعني أنهما غير هامين، خصوصا للدول الأقل تقدما، وفي دول مثل تايلاند، وتنزانيا وكمبوديا فإنهما يمثلان ٩٠ % من مصدر الوقود، وهما مصدران حيويان للطهي، وأكثر من ½ طاقة الطهي في الهند مصدرها الخشب المحترق.

إن الخشب والفحم النباتي مصادر وقود متجددة؛ لأن الأشجار تعاود النمو، ويبدو أنه اختيار جيد. وبالرغم من ذلك ففي بلدان كثيرة يزيد معدل قطع الأشجار عن معدل عودة النمو، وقد فقدت جامبيا ٩٦ % من غاباتها، وفي السودان أصبح الخشب أكثر ندرة لدرجة أن الناس صاروا يجمعونه من على بعد ١٠٠ كم. إن الوقود الخشبي ليس مهما فقط للدول الأقل تقدما فإن ½ الخشب المقطوع سنويا يتم حرقه، ومعظم الباقي يحول إلى لب الخشب لصناعة الورق للدول المتقدمة، ومعظم هذا يهمل ويصبح فضلات عديمة القيمة، بالرغم من أن الناس بدأوا يدركون أن الورق يمثل أشجارا قد أنهيت حياتها.

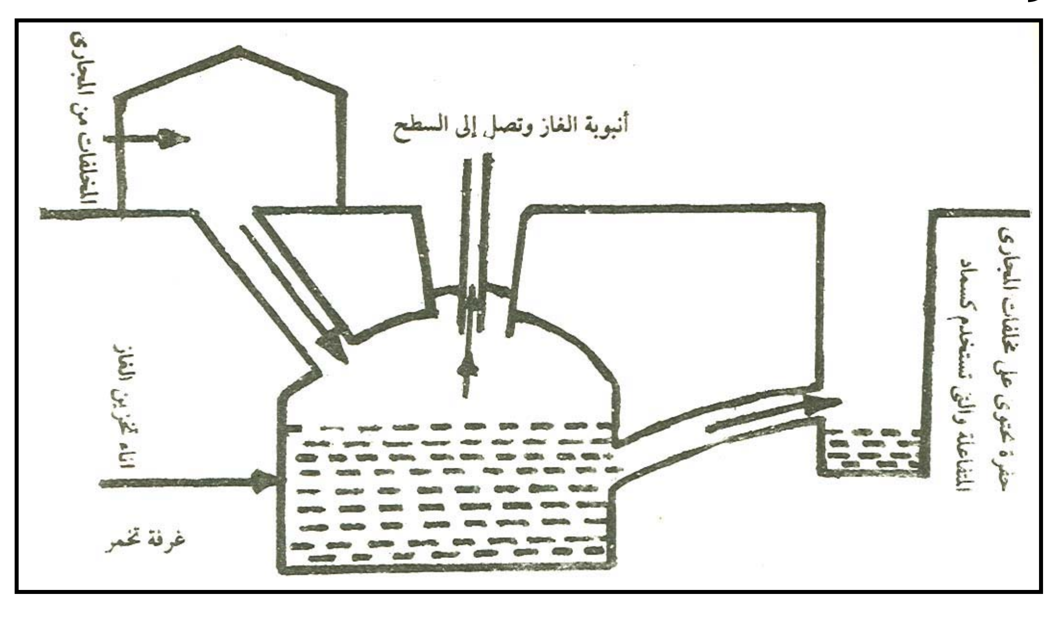
وإذا استخدمت بحرص فإن الخشب والفحم النباتي من الممكن أن يمثلا مصادر وقود قيمة متجددة، وحتى الآن فلا يتم استخدامهما بالحرص الكافي، ونقوم بتدمير جزء من الغابة الاستوائية بمساحة هولندا كل سنة، وبغض النظر عن إعطائها كمية أقل من الخشب؛ فإن هذا يمكن أن يؤثر بطريقة سيئة على الطقس العالمي.

الميثان: صناعة غازنا الطبيعي:

إن الميثان الذي يستخرج من الصخور كغاز طبيعي لا يمكن أن يتجدد، وهناك طرق أخرى للحصول عليه، وإذا أمعنت النظر في بركة أو مستنقع فإنك من المحتمل أن تلاحظ خط فقاعات من الغاز تظهر على السطح؛ إنها فقاعات غاز الميثان الناتج من تحلل النباتات والحيوانات، وذلك هو مصدرنا من الغاز الطبيعي منذ ملايين السنين.

إن كميات كبيرة من الميثان يمكن صناعتها إذا جمعنـا بقايـا النباتـات أو الحيوانـات وتركناها تتحلل، وفي المملكة المتحدة ودول أخرى كثيرة يتم إنتاج الميثان في بيارات المجاري، وهناك بيارات للمجاري تُدار الآلات الخاصة بها والسيارات بالميثان.

إن الميثان هو أفضل هيدروكربونات الوقود؛ لأنه أقلها تلوثًا عند إحراقه، وفي بلاد مثل الهند والصين فإن روث الأبقار والمخلفات البشرية تعفن في خزانات صغيرة تسمى المحلـلات (أفران الغاز الحيوي)، ويمكن استخدام الميثان الناتج في الطهي والإضاءة، أما بقيـة المخلفـات فتستخدم كسماد، وهذه المحللات ممكن أن تزودنا بوقود رخيص وسـماد للمجتمعـات الجديـدة الكثيرة.



شكل (٣ – ٢) يبين مولد بيوجاز صيني: المخلفات الحيوانية والبشرية توضع في المولد وتخمر لإنتاج الغاز (حوالي ٦٠ % ميثان)، وبعد التخمر يتم تسميد الأرض بالنفايات المتبقية

الكحول وقود من الطعام:

يمكن إنتاج الكحول من السكر بطريقة التخمر، كما يعـرف ذلـك أصـحاب مـصانع التخمير. ولقد استخدم الناس هذا التفاعل لآلاف السنين لصناعة مشروب البيرة والنبيـذ، وفـي البرازيل اليوم لا يصنع الكحول للشراب فقط، ولأنه يحترق أيضا ويلهب رائـق فـالبرازيليون يستخدمونه كوقود، وذلك لأنهم يمكنهم إنتاج قصب السكر أكثر من احتياجاتهم للأكل، ولأن وقود البترول غالي الثمن إذا اشتروه من الخارج.

ولقد تم إدخال تعديلات على محركات السيارات للعمل بالكحول الخـاص أو بمخلـوط الكحول والبترول. والتعديل بسيط تماما، وبنهاية هذا القرن فالكحول سيزود البرازيـل بنـصف الطاقة المطلوبة للنقل.

إن صناعة الكحول من السكر مفيدة للبرازيل، ولكنه لن يحل مشكلة الطاقة العالمية، وهذا ممكن فقط في بلاد مثل البرازيل؛ حيث لديها وفرة من الأرض، وإذا استخدمت كل المزارع في المملكة المتحدة لهذا الغرض فإنها ستنتج فقط حوالي عشر الطاقة المطلوبة، ولذا فمن الأجدى أن تزرع هذه الأرض لإنتاج الطعام.

الهيدروجين وقود المستقبل:

إن الهيدروجين وقود مثالي في عدة أوجه؛ لأنه ينتج الماء عند احتراقه، وعليه فالتلوث غير قائم، وهناك وفرة من الهيدروجين على كوكبنا، ولكنه متحد بالأكسجين في ماء البحر، ومن الممكن إنتاجه من ماء البحر باستخدام الكهرباء، ولن ينتهي، ولكن للأسف فالأمر مكلف جدا الآن لأننا يجب أن نصنع الكهرباء أولاً، والعلماء يحاولون العثور على طرق أرخص مستخدمين الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء.

وهناك مشكلتان عند استخدام الهيدروجين كوقود؛ فهو صعب التخزين لكونه غازا وسهل الانفجار تماما. فإذا تمكن العلماء من إيجاد حلول لهذه المشاكل؛ فإن الهيدروجين سيصبح وقود المستقبل.

الطاقة بدون الكيمياء:

إن كل مصادر الطاقة المذكورة آنفًا هي في واقع الأمر كيماويات، فإذا أمكننا توليد طاقة بدون حريق الكيماويات فعليه يمكننا توفير هذه الكيماويات لاستخدامات أخرى. ومصادر الطاقة التي تناولناها سابقًا –ما عدا اليورانيوم- هي في واقع الأمر تخزين للطاقة الشمسية بشكل ما، والكيماويات ليست الخزانات الوحيدة المحتملة للطاقة الشمسية.

الماء، المد، الريح والأمواج:

إن الطاقة الشمسية تحيل الماء إلى السحاب الذي يسقط كمطر في البحيرات والأنهار وفي المناطق الجبلية، فالماء الجاري ممكن استخدامه لإدارة تربينات توليد الكهرباء، وهذا النوع من الطاقة يسمى الطاقة الكهرومائية، ويلعب دورا هاما في البلاد الجبلية؛ مثل السويد، والتي تحصل على ٢٥ % من الطاقة عن هذا الطريق، وهناك عدة محطات طاقة كهرومائية في جبال المملكة المتحدة، وبالرغم من ذلك فإنها تزودها بأقل من ١٠ % من الطاقة المستخدمة.

والشمس تتسبب في موجات المد والريح، وتلك بدورها تحدث الموجات، وكل هذه المصادر ممكن استخدامها لتوليد الكهرباء، وهي قد تساعد في إمداد العالم بالطاقة، ولكنها لن تفي بكل احتياجات العالم وحدها. والمدن والقرى القريبة من هذه المصادر يمكنها الحصول على ما تحتاجه من هذه المحطات الصغيرة، وهذا أفضل من بناء محطات طاقة كبيرة، وهناك قناطر ضخمة مبنية على نهر سفيران للتحكم في موجات المد، وتنتج حوالي ٧ % من الكهرباء للمملكة

المتحدة، وبالرغم من ذلك فإنه أمر مكلف لبناء محطة لتوليد الطاقة، علاوة على تدمير الحياة النباتية والحيوانية في مناطق سفيرن.

الطاقة الجيو حرارية:

إن طبقة الصخور التي تمتد بعمق مئات أو آلاف الأمتار تحت سطح الأرض ساخنة، فإذا تم إدخال الماء البارد خلالها ثم استرجاعه عندئذٍ يكون ساخنًا أو بخارا. ولقد بدأت التجارب فيك كورن وول لدراسة إمكانية ذلك من عدمه؛ أي إذا كان الأمر يستحق أم لا في المملكة المتحدة (شكل ٣ – ٣).

شكل (٣ – ٣) يبين الطاقة الجيو حرارية؛ حيث يتم دفع الماء البارد خلال مضخة لأسفل متخللاً صخرا مساميا مثل الحجر الجيري أو الحجر الرملي.

وتقوم الحرارة المختزنة في الصخور بتسخين الماء حتى مروره في ماسورة تحمله إلى السطح. ومن الممكن تطبيق هذه الظاهرة في الصخور غير المسامية (غير المنفذة) مثل الجرانيت؛ حيث يتم فلق الصخر باستخدام المتفجرات، بحيث يجد الماء طريقًا خلاله.

ومن الممكن استخدام الماء الساخن أو البخار في أغراض التسخين أو توليد الكهرباء، وفي باريس تستخدم هذه الطاقة في العمارات متعددة الطوابق والمكاتب لأغراض التدفئة، كما أن القدر الأكبر من الطاقة المستخدمة لتسيير سكك حديد إيطاليا مولدة بهذه الكيفية.

الطاقة الشمسية:

في النهاية يرجع كل شيء للطاقة الشمسية.. قوة الشمس، وهناك قدر هائل منها يصل إلينا بأكثر مما نحتاج، ولكن تخزينها ليس دائما سهلاً أو رخيصا، والطاقة الشمسية للتسخين أو لتبريد الوحدات السكنية أو المجتمعات المحدودة هي أفضل الاستخدامات الحالية (شكل ٣ – ٤ أ، ب). إن التسخين الشمسي أرخص من استخدام الكهرباء في معظم أجزاء العالم، وفيه استغناء عن وقود الحفريات. وفي شكل (٣ – ٤ ب) تصميم لمجمع يستخدم لتسخين الماء، والأغطية الزجاجية تسمح للحرارة بالسريان ولكنها تمنعها من الرجوع، والصوبات تعمل بنفس الطريقة، ولوح الامتصاص من النحاس أو الألمونيوم، واستخدام فلزين يسمح بامتصاص الحرارة أكثر.

ويطلى اللوح باللون الأسود لامتصاص أكبر قدر من الحرارة، والماء ينساب خلال المواسير النحاسية في الماص فيحصل على الحرارة، ويمكن استخدام الماء الساخن حسب الحاجة، وتحت لوح الامتصاص هناك طبقة عازلة توقف هروب الحرارة من خلال قاعدة وجوانب المجمع.

(شكل ٢ – ٤ أ، ب)

الجزء الثاني

كيمياء المواد

طالما أننا نمتلك مواردنا من الطاقة؛ فإننا نستطيع تشكيل المواد الموجودة حولنا وصناعة الأشياء التي نريدها، فهناك مئات الأشياء التي يمكننا اختيارها تشمل الفلزات والحجارة والزجاج والملح والبلاستيك والمطاط، وبعضها طبيعي والآخر صناعي. والفلزات يمكن استغلالها في صناعة الأدوات والأسلاك والقطارات والسفن. إن الملح العادي (ملح الطعام) ممكن استخدامه في صناعة مسحوق إزالة الألوان والصابون، وكيماويات أخرى كثيرة، وفي الأعوام الحديثة فإن زيت البترول الخام قد منحنا قدرا كبيرا من المواد، فنحن نستخدم البلاستيك والمطاط والخيوط المختلفة لصناعة الأغلفة وإطارات السيارات والملابس، وآلاف الأشياء التي نحتاجها يوميا، وهذا الجزء يبدأ بتلك المجموعة من المواد المختلفة المخلقة من زيت البترول.

الكيماويات المستخرجة من الزيت

انظر حول منزلك اليوم، ستجد عشرات الأشياء المصنوعة من البلاستيك، منها التليفونات، وبلاط الأرضية والسجاد، صناديق الراديو والتليفزيون، والأطباق والقوارير، والأرفف، والكراسي والأقراص الموجودة بأعلى الموائد مشتقة من الزيت، وهذا قليل من كثير في عالم الكيمياء المشتقة من الزيت.

انظر في ملابسك ستجد الخيوط الصناعية مثل النايلون والتريلين والإكريليك. كذلك انظر في السيارة ستجد حوالي ٥٠ كجم من البلاستيك والمطاط مثل الإطارات، وكذا مانع التجمد في الرادياتير في فصل الشتاء. إن كل هذه الأشياء مصنوعة من الزيت، ونحن نحرق حوالي ٩٠ % من الزيت للاستفادة منه كوقود، أما الـ ١٠ % الباقية فنستخدمها لصناعة البلاستيك والألياف الصناعية والمطاط والبويات والمواد اللاصقة والمبيدات الحشرية، والمذيبات والمنظفات والكيماويات الأخرى عديدة، ومن العسير تخيل الحياة بدون كل هذه المواد المذكورة آنفًا.

الكيماويات في الزيت الخام: يتكون الزيت الخام من خليط من الكيماويات تسمى الهيدروكربونات، وأغلبها ينتمي لفصيلة كيماوية تسمى الألكانات، وتحتوي على سلاسل كربونية. إن الكربون عنصر غير عادي لأنه يكون كيماويات عديدة؛ حيث إن ذرات الكربون هي الذرات الوحيدة التي يمكنها التشكل في سلاسل أو حلقات بيسر. وهناك عدة ملايين في مختلف الكيماويات، بعضها ذات سلاسل طويلة أو حلقات معروفة لنا اليوم، وأغلبها يحتوي على الكربون. هناك ١٥,٠٠٠ مركب منهم على الأقل يتم تخليقهم وتباع بمعرفة شركات للاستخدام بمعرفتنا. ومثل هذه الكيمياويات المحتوية على الكربون تسمى الكيماويات العضوية، وهذا الاسم مرده الكائنات الحية التي تعتمد على مركبات الكربون. والزيت غني بالكربون لأنه تكون بسبب اضمحلال الكائنات المتحللة. إن كل الأشياء التي ذكرت في بدء هذا الفصل مصنوعة من

كيماويات عضوية، و٩٠ % من الكيماويات العضوية العالمية مصنوعة من الزيت، وعليه فـإن الزيت أثمن من أن يحرق كوقود.

نظرة متمحصة: إن كل الهيدروكربونات توجد على هيئة جزيئـات، وهـي مجموعـة مبسطة من الذرات متصلة معا، وفي حالة الميثان يد ٤ (أبسط الهيدروكربونات) فكـل جـزيء يتركب من ذرة كربون متصل بها أربع ذرات من الهيدروجين. ولفهم طريقة اتـصال الـذرات فمن الضروري النظر بعناية إلى إلكترونات الذرات.. إنها الإلكترونات المـسئولة عـن ربـط الذرات معا في جزيئات.

بناء الجزيئات من ذرات الإلكترونات في الذرات: يـدل العـدد الـذري علـى عـدد الإلكترونات الموجودة في كل ذرة عنصر، والهيدروجين هو العنصر الأول في الجدول الدوري؛ ولذا فعدده الذري هو الوحدة، وهذا يدل على أن ذرة الهيدروجين بها إلكترون واحد، والكربـون عدده الذري ٦، وعليه فكل ذرة كربون بها ستة إلكترونات. إن عدد الإلكترونات في الذرة مهم، ولكن الأكثر أهمية هو معرفة طريقة ترتيب الإلكترونات في الذرة.

ترتيب الإلكترونات في الذرات: أغلب الذرات تحتوي على العديد من الإلكترونات، وهذه الإلكترونات مرتبة في طبقات حول مركز الذرة (النواة)، والطبقات المختلفة مـن الإلكترونـات تسمى المدارات الإلكترونية، وبينما تفكر في المدارات الإلكترونية فمن المفيد النظر في الجدول الدوري.. إن قسما من بين ٢٠ عنصرا الأولى موضح في الشكل (٤ – ١).

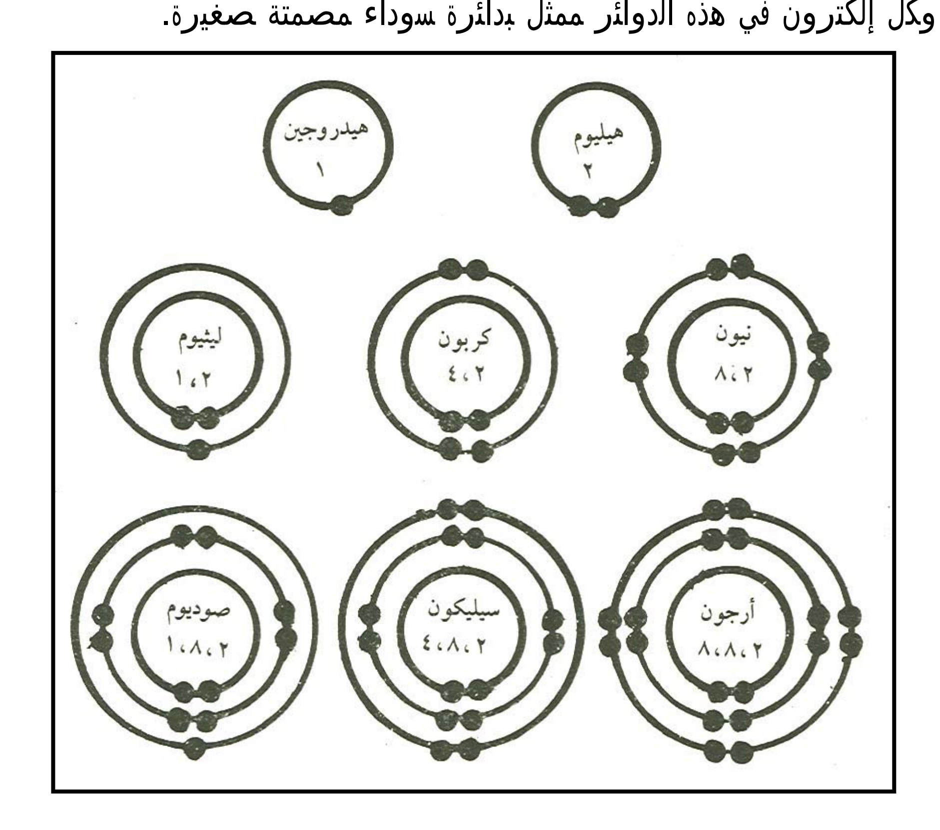
(١) المدار الإلكتروني الأول الأقرب للنواة يمكنه استيعاب إلكترونين، والإلكترون الوحيـد لذرة الهيدروجين (يد – الرقم الذري ١) في هذا المدار.. أما إلكترونا ذرة الهيليوم (هي رقمه الذري ٢) في المدار الأول؛ لذا فذرة الهيليوم بها مدار إلكتروني كامل وهو المدار الأول.

(٢) – أما المدار الإلكتروني الثاني فيحتوي على أكثر من إلكتـرونين، ويمكنـه اسـتيعاب ٨ إلكترونات، وذرة عنصر الليثيوم (لث – رقمه الذري ٣) تحتوي على ٣ إلكترونات، منهم اثنان في المدار الأول بينما الثالث يفتتح المدار الثاني. ويلاحظ أن الليثيوم ابتدأ في صف جديد في الجدول الدوري، وبداية صف جديد في الجدول الدوري معنـاه مـدار جديد قد بدأ، وترتيب الإلكترونات في الليثيوم ممكن كتابته ٢، ١. وهذا يوضح أن هناك إلكترونين في المدار الأول، وإلكترون وحيد في المدار الثاني. وباستخدام هذه الأفكـار فإن ذرة البريليوم (بي – رقمه الذري ٤) مرتبـة ٢، ٣ وذرات النيـون (ن – الـرقم الذري ١٠) لها مدار إلكتروني كامل وهو الثاني والإلكترونات مرتبة ٢، ٨.

(٣) والمدار الثالث يبدأ في ذرة الصوديوم (ص – الرقم الذري ١١)، والإلكترونات مرتبة ٢، ٨، ١. لاحظ أن الصوديوم يبدأ صفا جديدا في الجدول الدوري، وينتهي هذا الصف بالأرجون (أر – الرقم الذري ١٨)، وترتيب الإلكترونات ٢، ٨، ٨.

شكل (٤ – ١) الجدول الدوري لترتيب العناصر ويوضح ترتيب الإلكترونات في الذرات

(٤) والمدار الرابع يعني الصف الرابع بالجدول الدوري، ويبدأ بالبوتاسيوم (بـو – الـرقم الذري ١٩). وترتيب الإلكترونات في ذرات العشرين عنصرا موضحة في الـشكل (٤ ١)، وهناك طريقة أخرى لإيضاح ترتيب الإلكترونات في الذرات باسـتخدام الـدوائر التوضيحية كما في شكل (٤ – ٢)، وفي هذه الأشكال فإن الدائرة تمثل مدارا إلكترونيا، وكل إلكترون في هذه الدوائر ممثل بدائرة سوداء مصمتة صغيرة.



شكل (٤ – ٢) طريقة إيضاح ترتيب الإلكترونات في الذرات، وكل دائرة تمثل طبقة واحدة من الإلكترونات، والإلكترونات موضحة بدوائر سوداء.

تلاحم الذرات معا: إن ذرات الهليوم والنيون والأرجون تعطينا دليلاً عن كيفية اتـصال الذرات معا. إن ذرات الهليوم والنيون والأرجون تتميز بـامتلاء مـداراتها الإلكترونيـة؛ لـذا فلا تتفاعل مع أي شيء، وعليه يتضح أن الذرات ذات المدارات المكتملة مستقرة، وعليه فهـي خاملة. ويمكننا استخدام هذه الفكرة لشرح سبب ارتباط بعض الذرات معا: عندما تتحد العناصر معا فإن ذراتها عادة تنتهي بمدارات إلكترونية متكاملة، وبعض الذرات يمكنها اكتساب أو فقـد أعداد صغيرة من الإلكترونات: إلكترون أو إلكترونين عموما حتى تكتمل مـداراتها. وبعـض الذرات التي تشمل الكربون لا يمكنها اكتساب أو فقد إلكترونـات كافيـة.. إن ذرات الكربـون تحتاج لاكتساب أو فقد ٤ إلكترونات لتستكمل مدراتها وهذا غير جائز، وبدلاً من ذلك تتـشارك ذرات الكربون في الإلكترونات مع ذرات أخرى، والتشارك بالإلكترونات يتم بـالزوج بمعنـى إلكترون من ذرة الكربون وإلكترون من ذرة أخرى. وهذا الزوج من الإلكترونـات يقـدم مـن الذرات معا وتتكون رابطة تساهمية.

الروابط التساهمية: يتكون جزيء غاز الميثان من أربع روابط تساهمية (شكل ٤ – ٣)، والميثان مثال لمركب تساهمي الرابطة، وكل إلكترون في المدار الثاني لذرات الكربون يتزاوج مع إلكترون ذرة الهيدروجين، وهذا يعطي ٤ أزواج من الإلكترونات تربط الذرات سويا مكونة ٤ روابط تساهمية، ويمكنك مشاهدة شكل (٤ -٣) حيث تساهم ذرة الهيدروجين بإلكترون، وكذا الكربون، فاكتمل مدارها؛ مثل ذرة الهليوم الخاملة، وفي نفس الوقت فإن ذرة الكربون لها ثمانية إلكترونات في المدار الخارجي، فاكتمل مدارها مثل ذرة الهيليوم الخاملة، وفي نفس الوقت فإن ذرة الكربون لها ثمانية إلكترونات في المدار الخارجي، فاكتمل مدارها مثل ذرة للزيوت الخاملة.

شكل (٤ – ٣). الرابطة التساهمية في جزيء الميثان (ك يد ٤) الإلكترونات التابعة لذرات الكربون ممثلة بالدوائر المفتوحة، بينما مثيلاتها من ذرات الهيدروجين ممثلة بدوائر سوداء.

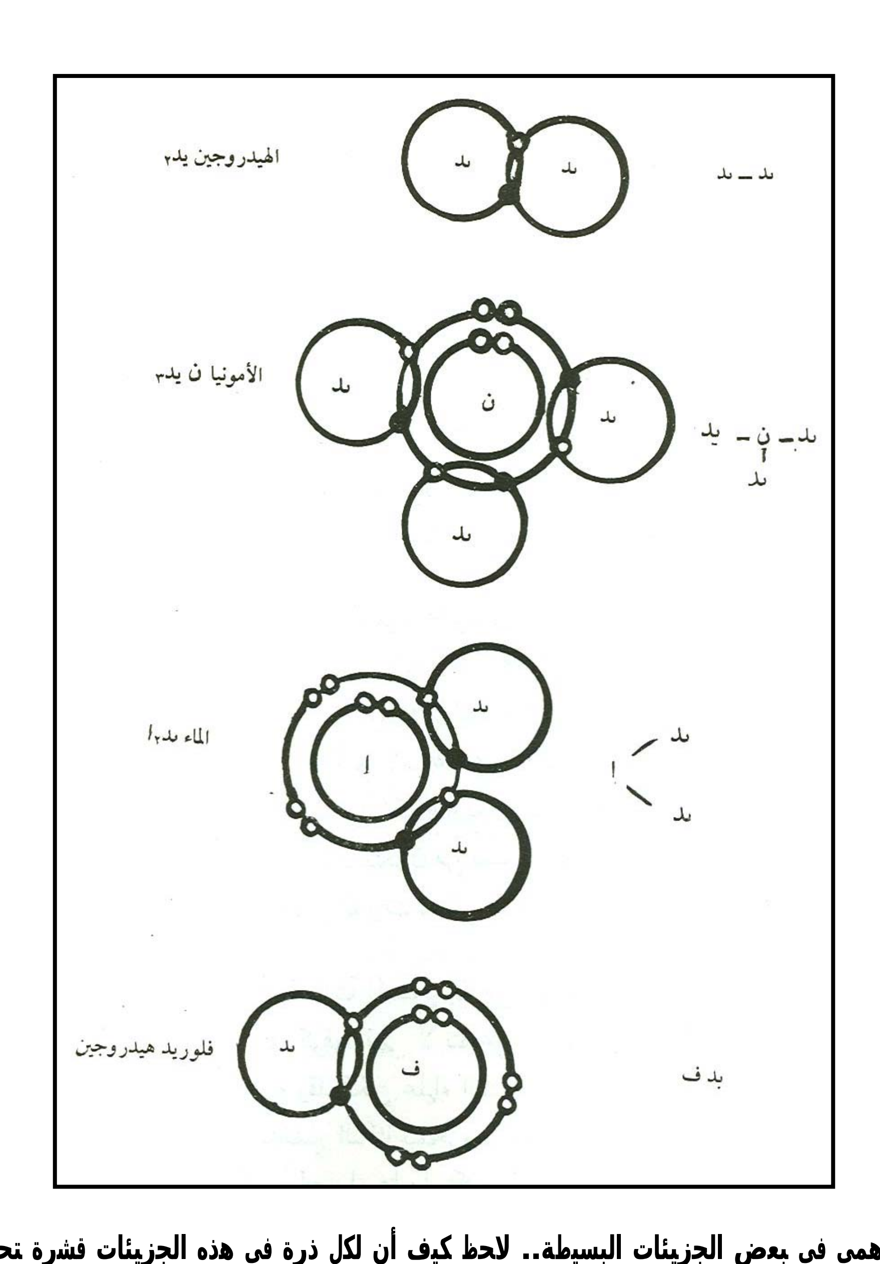
وتحتاج ذرات الكربون إلى أربعة إلكترونات لاستكمال مدارها الخارجي، وعليه فهي تكون أربع روابط تساهمية، ويكون الهيدروجين رابطة تساهمية واحدة لأنه يحتاج إلى إلكترون واحد لاستكمال مداره، وعدد الروابط التي تكونها يسمى تكافؤ العنصر.

الجزيئات الصغيرة: إن الميثان مثال لجزيء صغير.. ويوضح شكل (٤ – ٤) أشكال بعض الجزيئات، والصيغ التركيبية لكل جزيء موضحة بجوار المخطط الخاص بترتيب الإلكترونات، وفي الصيغة التركيبية يمثل كل خط رابطة تساهمية.. لاحظ أن النيتروجين يكون ٣ روابط تساهمية لأنه يحتاج إلى ٣ إلكترونات لاستكمال مداره الخارجي، أما الأكسجين فيكون رابطتين، والفلور يكون رابطة واحدة.

بناء جزيئات أكبر: إن الألكانات الموجودة في الزيت الخام تعتبر جزيئات كبيرة مقارنة بالميثان، والصيغ والتركيبية لأي ألكان ممكن بناؤها باستخدام المعلومات الخاصة بأن ذرات الكربون تكون ٤ روابط تساهمية، بينما ذرة الهيدروجين تكون رابطة تساهمية واحدة (شكل ٤ – ٥ أ)، وسلاسل ذرات الكربون ليست مستقيمة بشرط أن ذرة الكربون تكون أربع روابط

تساهمية، ومعنى هذا أنه يمكن تخليق الجزيئات المختلفة لأنها تتكون من نفس الإلكترونات تماما.. والجزيئات المختلفة المحتوية على نفس الذرات تسمى الأيزوميرات (شكل ٤ – ٥ ب).

التكسير: إن الألكانات المستخرجة من الزيت الخام لا تستخدم بكثرة مباشرة، وإذا تم حرقها كوقود فهي لا تتفاعل بيسر، ومن العسير تحويلها إلى كيماويات أكثر فائدة. وقد تمكن علماء البترول من إيجاد طريقة للتغلب على هذه المشكلة، وذلك بتكسير النافثا كمخزون لعملية التكسير.. إن النافثا واحدة من القطفات الممكن الحصول عليها بتكرير الزيت الخام، ومن السهل تكسير هذه القطفة، والنافثا هي القطفة الأكثر استخداما في أوروبا. ويمكن تكسير جزء من النافثا لتخليق بنزين عالي الدرجة، أما البقية فيتم تكسيرها لتكوين الكيماويات الخاصة للبناء من بلوكات البلاستيك والألياف والمطاط ومواد أخرى. ويحتوي معظم الزيت الخام على ٢٠ % من قطفة النافثا.



الترابط التساهمي في بعض الجزيئات البسيطة.. لاحظ كيف أن لكل ذرة في هذه الجزيئات قشرة تحتوي على إلكترونات. شكل (٤ – ٤)

الالكان	التركيب الجزيئى	الصيغة التركيبية
الايثان	ك٢ يد٦	
البروبان	ك٣ يد٨	
البيوتان	ك٤ يد١٠	
الأوكتان	ك٨ يد١٨	

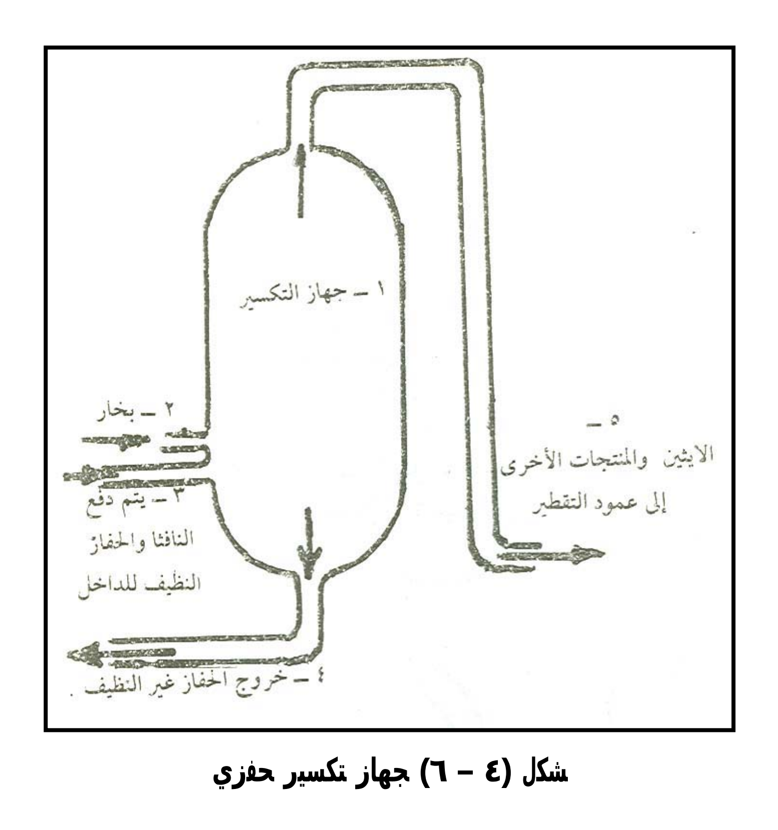
شكل (٤ – ٥) أ لاحظ أن كل ذرة كربون لها أربع روابط تساهمية، بينما كل ذرة هيدروجين لها رابطة واحدة.

الذرات

(٤ – ٥) ب البيوتان (ك٤ يد١٠) **إيزومر البيوتان (ك٤ يد١٠) أيضا**

الأيزوميرات: لها نفس الصيغة الجزيئية، ولكن ترتيب الذرات مختلف.. لاحظ أن كل ذرة كربون ما زالت رباعية التكافؤ، متصل بها أربع روابط، بينما ذرة الهيدروجين ترتبط بها رابطة واحدة، والخلاف أن الأيزومير له تفريعة في السلسلة الكربونية، والهيدروكربونات ذات السلسلة المتفرعة ذات أهمية في مجال البترول.. إنها تخترق بيد بالمقارنة بالهيدروكربونات المستقيمة.

جهاز التكسير: إن النافثا خليط من عدة هيدروكربونات مختلفة، ومعظمها جزيئات لها سلاسل ما بين ٤ – ١٢ ذرة كربون، ويتم تكسير هذه السلاسل إلى جزيئات أصغر وأكثر نفعا، وذلك بواسطة جهاز التكسير، وذلك بتعريضها للحرارة. وفي إحدى الطرق تسمى التكسير البخاري يتم إمرار خليط النافثا والبخار خلال مواسير مسخنة لدرجة الاحمرار؛ حيث تصل درجة حرارتها إلى حوالي ٨٠٠ ^{0}م، أما الطريقة الثانية فتسمى التكسير الحفري، وتختصر إلى "كات كراكنج".



شكل (٤ – ٦) جهاز تكسير حفزي

وعوامل الحفز المستخدمة هي كيماويات تعمل على دفع التعامل الكيميائي بسرعة دون التدخل في هذا التفاعل، وباستخدام العامل الحفاز يحتمل إتمام التفاعل في درجة حرارة أقل وهذا يوفر الطاقة. إن تكسير الألكانات في النافثا قد خلق عائلة جديدة كاملة من المركبات العضوية يمكنك رؤيتها في شكل (٤ – ٧)، وهذه المركبات الجديدة تحتوي على رابطتين تساهميتين من بعض ذوات الكربون بدلاً من ذرة واحدة، وتمت هذه المركبات بصلة وثيقة إلى فصيلة الكيماويات العضوية المسماة بفصيلة الألكينات، وبعد إتمام تكسير النافثا يتم تجميع الألكينات وفصلها بواسطة التقطير.

بيوتان (الكان) ← ايثان + ايثين (الكين)

ك٤ يد١٠ ← ك٢ يد٦ + ك٢ يد٤

شكل (٤ – ٧) تفاعل نموذجي في جهاز التكسير

الألكينات: إن أبسط الألكينات موضح في شكل (٤ – ٨)، وتحتوي كل الجزيئات على رابطة مزدوجة، وهذا يعني أن بعض ذرات الكربون متصلة برابطتين تساهميتين بدلاً من رابطة واحدة، بينما تحتوي الألكانات على رابطة واحدة، والإيثين ك٢ يد٤ أهم أعضاء

الألكينات لأنه من الممكن تحويله إلى بولي أيثين، بي. ف. س، بولي إستيرين، مضادات التجمد والكحول.

الألكين	الصيغة الجزئية	الصيغة التركيبية
ايثين	ك٢ يد٤	يد٢ك = ك يد٢
بروبين	ك٣ يد٦	يد٢ك = ك يد — ك يد٣
بيوتين	ك٤ يد٨	يد٢ك = ك يد — ك يد٢ — ك يد٣

شكل (٤ – ٨) ألكينات

وكيماويات أخرى: والإيثين هو الناتج الرئيسي لتكسير النافثا، ويصاحب بكميات صغيرة من البروبين وألكينات أخرى. والإيثين غاز حلو المذاق، وينتج عن عملية التكسير للزيت، والغريب أن حياتنا اليومية الحديثة قائمة عليه.. والألكينات أكثر نشاطًا من الألكانات لاحتوائها على رابطة مزدوجة، والرابطة الزائدة في الرابطة المزدوجة ممكن استخدامها لربط الألكينات بذرات أخرى بدلاً من ارتباط ذرتي كربون معا. والألكينات من الممكن ارتباطها سويا بهذه الطريقة، والبوليمرات نواتج لعملية الارتباط سالفة الذكر، وتتجلى في البلاستيك الحديث الذي نعرفه، والمطاط والبويات والمواد اللاصقة.

البلاستيك: إن القوارير القابلة للانضغاط، والأطباق والهواتف والحقائب والأشياء المصنوعة من البلاستيك والألياف الصناعية مثل التريلين والنايلون؛ مصنوعة هي الأخرى من البلاستيك، والأخير منتج تخليقي يمكن تغيير شكله حسب الطلب، بينما هي في واقع الأمر في صورة سائلة أو بلاستيكية، وعليه فمن الممكن تحويلها إلى أشرطة رفيعة للحزم أو تشكيلها في أشكال مثل الفناجين، أو غزلها في خيوط لتحويلها إلى ملابس وسجاد وحبال. والإنسان لم يعرف البلاستيك إلا منذ ٤٠ عاما تقريبا، ومن العسير تصور الحياة بدونه الآن.

البلاستيك للحزم والسلع المنزلية: إن البولي إيثين، بي. ف. س والبولستيرين هي أفضل ثلاثة أنواع معروفة تماما من البلاستيك، والأول هو الأكثر شيوعا منها، ومن الممكن تصنيعه مباشرة من الإيثين، وهو ناتج اتصال آلاف الجزيئات من الإيثين في سلسلة طويلة مكونة البوليمر، وهذا التفاعل يسمى البلمرة. وتتبلمر جزيئات الإيثين بالإضافة البسيطة لبعضها البعض، وهذا النوع يسمى البلمرة بالإضافة (شكل ٤ – ٩) والبوليمر الناتج يسمى البولي إيثين، ولكنه يعرف لدى العامة باسم بوليثين، واستخداماته الكبرى ممثلة في الحزم (حقائب البلاستيك)،

وفي صناعة الأشياء القابلة للتشكيل مثل القوارير والأقداح، كما أن له استخدامات أخرى غير عادية؛ مثل صمامات القلب المطلوب استبدالها في الجراحة، وأجزاء أخرى من جسم الإنسان من الممكن استبدالها بواسطة البولي إيثين.

وأهم استخدامات بي. ف. س هي صناعة بلاط الأرضية والمواسير والمواد المضادة للماء (الجلد الصناعي) المستخدم في الملابس والأحذية والحقائب، ويستخدم كعازل لأسلاك الكهرباء. ومعلوم أن صناعة الحاسبات الإلكترونية لم تزدهر ازدهارها المعروف إلا اعتمادا على البلاستك كعازل.

شكل (٤ – ٩) بلمرة الإيثين إلى البولي إيثين

ويحتل البولي أستيرين المرتبة الأخيرة لأنواع البلاستيك الثلاثة الرئيسية، وهو مصنوع أيضا من الإيثين. وأكواب البولي أستيرين للمشروبات الساخنة، ورغاوي البولي أستيرين الخفيفة المستخدمة في الحزم والعزل المنزلي من الأمور المألوفة يوميا في حياتنا.

البلاستيك المقاوم للحرارة: إن أغلب الأنواع المألوفة من البولي إيثين، بي. ف. س والبولي أستيرين غير مقاومة للحرارة، وعند تسخينها بلطف وعناية؛ فإنها ستنصهر ويتغير شكلها، ومثل هذه الأنواع من البوليمرات تسمى البوليمرات المتلدنة حراريا، وهي تحترق بيسر، وإذا استخدمت هذه الأنواع في الأثاث فإنها تشكل خطرا حراريا لاحتراقها. وهذه المواد تحترق بيسر ويتولد عنها أدخنة سامة.

وهناك أنواع من البوليمرات تسمى البوليمرات غير المتلدنة حراريا، وتقاوم الحرارة ولا يتغير شكلها بالتسخين بعد صناعتها.

والبوليمرات من هذا النوع تشمل الميلامين، ومن الممكن استخدامها لصناعة أشياء مثل أقراص الموائد ولوازم الكهرباء، وكل البوليمرات بما في ذلك البوليمرات المتغيرة حراريا ستحترق في النهاية لاحتوائها على الكربون، وإذا نظرت إلى صندوق كهرباء فيه منصهر محترق فسترى علامة سوداء تدل على البلاستيك المحترق.

شكل (٤ – ١٠) بلمرة كلورو إيثين لإنتاج بي. ف. س

الألياف الصناعية: إن الألياف الصناعية هي بلاستيك تم غزلـه فـي صـورة خيـوط والنايلون والتريلين أكثر الأمثلة شيوعا من البوليمرات، والملابس المصنوعة من هذه الخيـوط تقاوم التقلص (الكششان)، والتجعد، ومن السهل غسلها ولكن ليس لهـا الملمـس الـدافئ مثـل الملابس المصنوعة من ألياف طبيعية، وهي في الغالب سهلة الاحتراق، خاصة ملابس الأطفـال لأنها بوليمرات تتلدن حراريا. وبعض الألياف الصناعية من القوة كـي تنـسج إلـى الحقائـب والسجاد والحبال، ومتسلقو الصخور يستخدمون حبال النايلون لأنها أكثر قوة من حبال الكتـان العادية.

أزمة البلاستيك: إن مستوى معيشتنا الحالي لن يبقى ممكنا بدون البلاستيك، وهو قـادر على أن يحل محل المنتجات الطبيعية؛ مثل الخشب والمعادن والصوف والجلد والحجارة، وليس هناك كفاية من المواد الطبيعية للوفاء بحاجيات البشر من الملابس والتحزيم والسلع الاستهلاكية اليومية، وعليه فإن الحاجة للبلاستيك قائمة. ومن المؤسف أننا نحرق ٩٠ % من الزيت بالرغم من أنه يمدنا بكل هذه المواد السابق ذكرها.

وعندما ينضب معين الزيت فإن طرقًا أخرى لتخليق البلاستيك ستعوزنا. واللجوء إلـى الفحم قائم؛ حيث إن أعدادا كبيرة من هذه المواد كانت تصنع من الفحم قبل انخفاض ثمن الزيت، وهناك فكرة مثيرة للغاية؛ وهي استخدام البكتريا لتصنيع الكيماويات التي يمكن تحويلهـا إلـى بلاستيك، وهذا الفرع من العلوم يسمى التكنولوجيا الحيوية، وتعتمد على استخدام الكائنات الحية لتصنيع الكيماويات المطلوبة.

نفايات البلاستيك وتلوث الأرض: إن معظم منتجات البلاستيك من السلع المعمرة؛ فهـي لا تتحلل بعد إلقائها كمهملات، ولا تتحلل حيويا، ومعنى هذا أنها لا تتكسر بالكائنـات الأخـرى مثل البكتريا في التربة، ولهذا السبب فإن نفايات البلاستك يجب إلقاؤها في سلة المهملات بحيث تذهب كنفايات، ونفايات البلاستيك تشكل حوالي ٥ % من نفايات المنازل، وتوضع دائمـا فـي

مقالب القمامة، وهناك سببان لهذا: أولهما أنه من العسير استبعادها من القمامة، وثانيهما صعوبة تدوير أو إعادة استعمالها، حتى يمكن فصلها، ولكن أفضل الطرق هي حرق نفايات البلاستيك للحصول على الطاقة.

أن نفايات البلاستيك تشكل جزءا صغيرا من ٥٦ مليون طن من إجمالي القمامة السنوية، و٩٠ % من هذا الحجم يستخدم في عملية ردم التربة، وبعبارة أخرى فإنها توضع في مقالب القمامة، وعليه أصبح من العسير إيجاد مواقع جديدة لإلقاء القمامة؛ ولذا أصبح من الضروري إعادة تدوير أكبر قدر ممكن من القمامة، ولكن هذا أمر مكلف ولكن من الضروري استخدامه. إن ٦٠ % من قمامة المنازل هي في واقع الأمر ورق، ونفايات الورق بعضها يستخدم لصناعة ورق جيد ولكن أغلب الورق يهمل. ومن الممكن استخدام أكبر قدر من نفايات الورق إذا تقبل الناس استخدام ورق أقل جودة في الحزم ومناديل الورق. فهل ستصنع هذا إذا ما علمت أنك ستوفر أشجارا؟

المطاط: إن عصارة أشجار المطاط هي مصدر المطاط الطبيعي، وتنمو أشجار المطاط في ماليزيا، وأندونيسيا وتايلاند، ولا يوجد قدر كافٍ من هذه الأشجار للوفاء بحاجيات مستهلكي المطاط، خاصة لإطارات السيارات، وعليه نشأت الحاجة للمطاط الصناعي. والمطاط من وجهة النظر الكيميائية مركب كيماوي يشبه البلاستيك، ومن الممكن تخليقه من الجزيئات الصغيرة الناتجة من تكسير النافثا (البروبين هو الألكين الممكن استخدامه في هذا الغرض).

ومعظم المطاط يستخدم لصناعة الإطارات، ولكن هناك مصادر عديدة متباينة لإطارات المطاط، ونحن نألف الإطارات الموجودة في السيارات ولكن هناك أنواعا كثيرة من الإطارات الأخرى.. فكر مثلاً في البلدوزرات التي تحفر وتنقل التربة، وإطارات النفاثات ٧٤٧؛ وهي إطارات تحتاج المتانة والقوة. والكبريت عنصر هام لتقوية إطارات المطاط، والفلكنة هي عملية معالجة المطاط بالكبريت، وتمنحه قوة أكبر.

البويات والمواد اللاصقة: إن البويات والمواد اللاصقة لها دور متزايد في حياتنا العادية، وكما ستعرف إذا سمحت للبوية بالجفاف على يديك أن استخدام مشتقات البترول مكن من خلق نوع كبير من البويات والمواد اللاصقة، وهذه المواد هي بوليمرات مثل البلاستيك والمطاط تماما، وهذا يوضح لنا لماذا تجف وتتحول إلى مادة جامدة متماسكة. إن البولي بوريثان مثال لبوليمر من الممكن استخدامه كطلاء أو بوية، ويعطي لمعانًا، كما أنه من المواد المضادة للماء (مواد التجهيزات المضادة للماء)، والمواد اللاصقة الممكن صنعها من الزيت تشمل راتنجات الأيبوكسي، ويمكن رؤيتها في محل بيع الأدوات الكتابية.

كيماويات أخرى من الزيت: إن البوليمرات التي تشمل البلاستيك والمطاط والبويات والمواد اللاصقة ليست فقط الكيماويات الممكن تصنيعها من الزيت البترولي، وهناك ثلاث

مجموعات من الكيماويات تم وصفها في هذا الكتاب؛ إحداها الكيماويـات الزراعيـة وتـشمل الأسمدة والمبيدات الحشرية، وثانيها الكيماويات المذيبة لكيماويات أخرى.

أما المجموعة الثالثة فتشمل المنظفات (الصابون الصناعي)، وكيماويات عديدة قـد تـم تخليقها من الزيت، وأصبح من العسير تصور أنها كلها مرتبطة ببعضها البعض فـي المنـشأ، ولكن من المحتمل أن نساعد أنفسنا على فهم هذه الصلة عند استخدام شجرة العائلة الموضحة في شكل (٤ – ١١)، ونوضح في لمحة واحدة بعض المواد الكثيرة المصنعة من الزيت.

شكل (٤_١١) يوضح بعض الكيماويات المستخلصة من زيت البترول

الجنس البشري والفلزات

حاول أن تتخيل العالم كيف يكون بدون فلزات.. إنه من العسير جدا صناعة الآلات والأدوات الأخرى: السيارات والطائرات والكباري المعلقة وكوابل الكهرباء بدون هذه الكيماويات، وهناك أكثر من ٦٠ فلزا مختلفًا موجودة في الأرض، وكلها عناصر، وتشكل أغلب الجدول الدوري (شكل ٥ – ١)، وخلال آلاف السنين اكتشفنا كيف نستخلص هذه المعادن وننقيها كما وجدنا استخدامات لها جميعا.

استخدامات الفلزات:

عندما تفكر في أمر فلز (معدن) ما، فمن المحتمل أن تتخيل القوة والصلابة واللمعانية والملمس البارد. وأغلب الفلزات لها نفس الخواص السابق ذكرها ما عدا قلة قليلة. وعلى سبيل المثال فإن فلز الصوديوم يمكن قطعه بالسكين، أما فلز الزئبق فهو سائل في درجة حرارة الغرفة، والقوة والصلابة هما من سمات الفلزات، والآلات والأدوات والكباري والمباني من الممكن تصنيعها من الفلزات التي تتميز بالقوة والصلابة؛ لأنها تعمر لفترة طويلة.

ومن الممكن تشكيل الفلزات في أشكال مختلفة؛ مثل الأسلاك والأنابيب، وبلوكات (كتل) وشرائح. وبمهارة محدودة يمكن تشكيل الفلزات تقريبا لأي شكل مطلوب.

والفلزات موصلات جيدة للحرارة، وتعتبر الكيماويات الوحيدة التي توصل الكهرباء، وهي صلبة، وبدون الفلزات مثل النحاس فمن العسير صناعة الأسلاك والأدوات الكهربائية الأخرى.

الدورة	١ يد ١	١ يد ١											١ يد ١	١ يد ١	١ يد ١	١ يد ١	١ يد ١	١ يد ١
١	١ يد ١																	١ يد ١
٢	٣ لث	٤ بى											٥ ب	٦ ك	٧ ن	٨ ا	٩ فل	١٠ نى
٣	١١ ص	١٢ مغ											١٣ لو	١٤ س	١ يد ١	١ يد ١	١ يد ١	١ يد ١
٤	١٩ بو	٢٠ كا	٢١ سك	٢٢ تى	٢٣ فا	٢٤ كر	٢٥ م	٢٦ ح	٢٧ كو	٢٨ نى	٢٩ نح	٣٠ خ	١ يد ١	١ يد ١	١ يد ١	١ يد ١	١ يد ١	١ يد ١
٥	٣٧ بيد	٣٨ ست	٣٩ بتر	٤٠ كن	٤١ نيب	٤٢ مو	٤٣ تيك	٤٤ ثم	٤٥ يمو	٤٦ بلد	٤٧ ف	٤٨ كد	١ يد ١	١ يد ١	١ يد ١	١ يد ١	١ يد ١	١ يد ١

شكل (٥ – ١)

عناصر التربة النادرة

سلسلة اللنثانيدات	سر ٥٨	بس ٥٩	نيو ٦٠	مت ٦١	سم ٦٢	أو ٦٣	جد ٦٤	تر ٦٥	يس ٦٦	هو ٦٧	بيو ٦٨	تل ٦٩	يت ٧٠	لث ٧١
سلسلة الأكتينات	ثو ٩٠	بت ٩١	يو ٩٢	نب ٩٣	بلو ٩٤	مر ٩٥	كم ٩٦	بك ٩٧	كف ٩٨	نشت ٩٩	فى ١٠٠	مند ١٠١	نو ١٠٢	

شكل (٥ ١)

الخاصية	الفلزات	اللا فلزات
درجة الانصهار	عادة عالية (تزيد على ٢٠٠٠م $^{\circ}$)	عادة منخفضة (أقل من ١٠٠م $^{\circ}$)
الحالة في درجة حرارة الغرفة	صلبة (ما عدا الزئبق)	الصلب منها درجة انصهاره منخفضة ومنها السائلة والغازية
المظهر	لامعة	الصلب منها غير لامع
الملمس	باردة الملمس	ليست باردة
التوصيل للكهرباء	موصلة	عادة غير موصلة
التوصيل للحرارة	موصلة	عادة غير موصلة
سهولة التشكيل	سهلة التشكيل	تميل للتشقق

جدول (٥ – ١) التباين بين الفلزات واللا فلزات

خلط الفلزات:

من السهل خلط الفلزات معا، والسبيكة هي نتاج خلط الفلزات، والسبائك لها صفات تختلف عن الفلزات الأصلية التي تشكلت منها، وعليه فللسبائك فوائد أكثر من الفلزات. وبالرغم من وجود ٦٠ فلزا تقريبا فهناك الآلاف من السبائك المحتملة، والاختلافات في خواصها قد تكون قليلة، ولكن المصممين، والمهندسين والحرفيين يمكنهم التفرقة بينها.

اكتشاف الفلزات: البشر الأوائل:

استخدم البدائيون المواد التي وجدوها حولهم؛ مثل الحجارة لصناعة الأدوات، والعظام للحلي، ولم يستخدموا الفلزات في بادئ الأمر لأن معظم الفلزات لا توجد في الطبيعة منفردة ما عدا المعادن النادرة مثل الذهب والفضة، فهي توجد في حالتها العنصرية في الأرض، والسبب في ذلك خمول كل منهما؛ حيث لا تتحد كل منها لتكوين مركبات. إن الذهب والفضة معادن ضعيفة لا يمكن صناعة أدوات جيدة منها، وعند اكتشاف كل منها لم يكن هناك استخدام لها ما عدا صناعة الحلي والنقود.

العصر البرونزي:

توجد كل الفلزات في صورة خامات في باطن الأرض ما عدا الذهب والفضة، والخام هو مركب كيميائي للفلز، وعادة ما يكون مخلوطاً بالصخور والأتربة، ومنذ حوالي

١٠,٠٠٠ عام اكتشف الناس كيفية استخلاص النحاس من خامه، وذلك بتسخين الخام مع الفحم النباتي، وهو صورة من صور الكربون، ثم خلطوا النحاس بالقصدير فيما بعد للحصول على سبيكة البرونز. والأخير صلب وقوي؛ ولذلك حلت الأدوات البرونزية بالتدريج محل الأدوات الحجرية، والنحاس أحد الفلزات الأرضية الشائع استعمالها لعدم فاعليتها؛ حيث توجد طليقة ويتم تسخين الخام مع الفحم النباتي للحصول عليها من الخام.

العصر الحديدي:

الحديد عنصر فلزي أكثر نشاطًا من النحاس، وعليه فمن العسير استخلاصه من خاماته، ويتم الاستخلاص عن طريق فرن خاص يصنع بحيث تكون درجة حرارته عالية بدرجة كافية. في هذه الدرجة العالية يتم تفاعل خام الحديد مع الكربون لإنتاج الحديد. ولم يستطع الناس اكتشاف هذه الطريقة إلا قبل ٤٠٠٠ عام مضت، وذلك بعد معرفتهم كيفية استخلاص النحاس بفترة طويلة.

إن صلابة الحديد جعلته عنصرا مفيدا حل محل النحاس ببطء في كثير من الأغراض، والحديد في صورة الصلب هو أكثر الفلزات استخداما اليوم.

الفلزات الحديثة:

إن فلزات كثيرة مثل الألمونيوم، المغنسيوم والصوديوم كانت مجهولة منذ ٢٠٠ عام مضت، وفي العصر الحديث فقط تم التعرف عليهم باستخلاصهم من خاماتهم، وذلك لنشاطهم الشديد. ولم يكن من الممكن استخلاصهم بتسخين خاماتهم مع الكربون، وكان لا بد من استخدام الكهرباء التي كانت مجهولة ولم يتم اكتشافها حتى القرن الماضي.

وكلما زاد نشاط الفلز تأخر اكتشافه واستخدامه بمعرفتنا. ولقد وجد الكيماويون أنه من الأفيد ترتيب الفلزات على حسب نشاطها؛ وهو ما يعرف باسم التسلسل النشاطي (السلسلة الكهروكيماوية) جدول (٥ – ٢).

طريقة الاستخلاص	الفلز	النشاطية	تاريخ الاكتشاف
من الخام باستخدام الكهرباء	بوتاسيوم بو		١٨٠٧
	صوديوم ص		١٨٠٧
	مغنسيوم مغ		١٨٠٨
	ألمونيوم لو		١٨٢٥
من الخام بالتسخين مع الكربون	زنك ز	تصبح أكثر نشاطًا	العصر الحديدي

	حديد ح	
	رصاص ر	
العصر البرونزي	نحاس نح	
في مطلع الحضارة	فضة ف	توجد على الحالة الطبيعية
	ذهب ذ	

جدول (٥ – ٢) سلسلة الجهود الكهروكيماوية

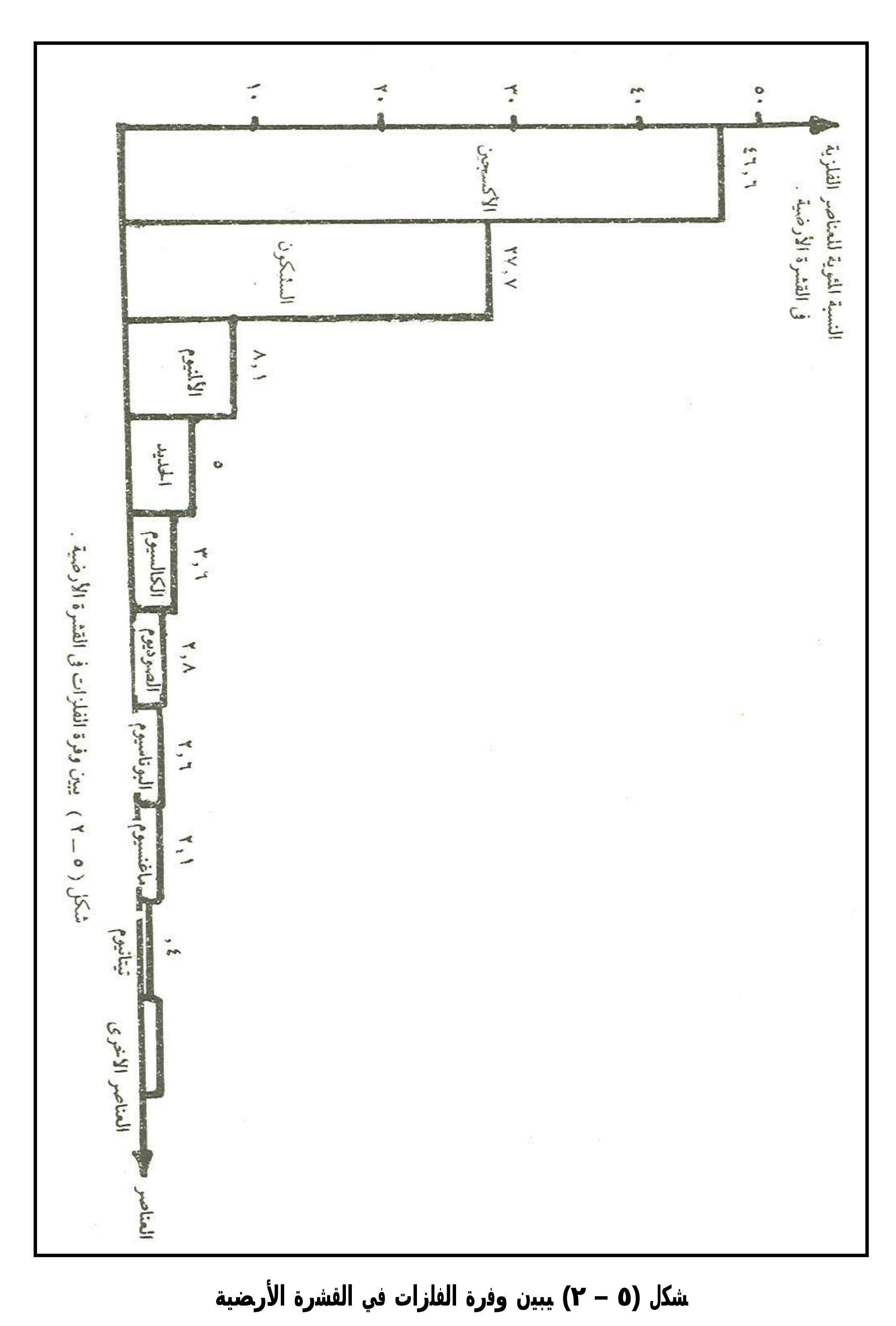
الفلزات التي نستخدمها:

إن القشرة الأرضية (الليثوسفير) خليط من عدة مواد مختلفة، تشمل خامـات الفلـزات. وبعض العناصر موجودة كما هي تماما في هذه المركبات، ولكن بعـضها نـادر. إن عنـصر الأكسجين والسليكون يشكلان ٧٥ % من وزن القشرة الأرضية، وتشكل الفلزات الربع البـاقي، وثمانية عناصر فقط تشكل ٩٩ % تقريبا من القشرة الأرضية (شكل ٥ – ٢).

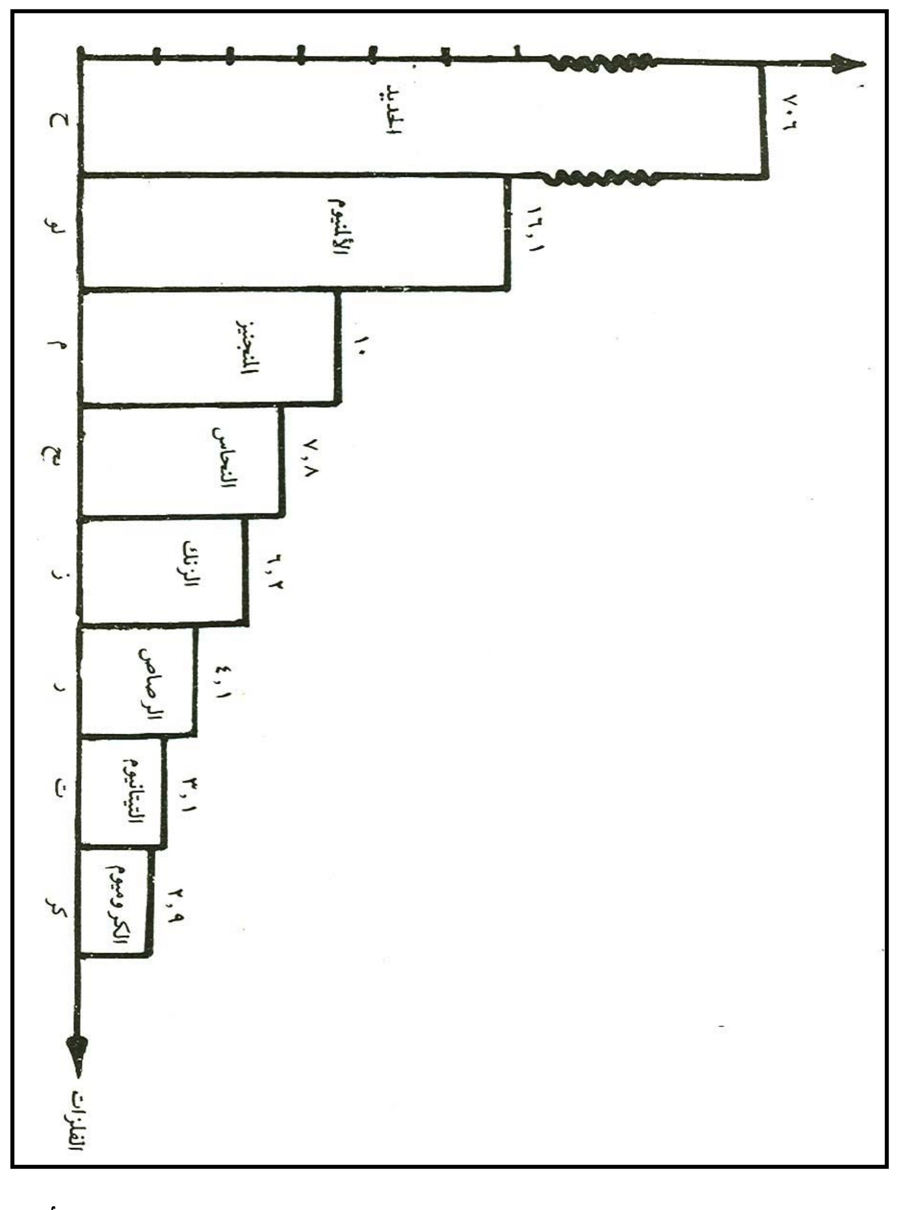
إن الحديد والألمونيوم هما أكثر الفلزات نفعا وشيوعا فـي الأرض، وصـناعة الحديـد والصلب من الأهمية بمكان لعالمنا اليوم، وعليه تم تخصيص فصل لهذه الـصناعة. والفـصل القادم للألمونيوم والفلزات الأخرى التي نستعملها غالبا مثل النحاس والزنـك والرصـاص. إن ملايين الأطنان من هذه الفلزات تستخدم سنويا شكل (٥ – ٣).

حتى متى ستدوم فلزاتنا؟

إن إمدادات الأرض من خامات المعادن لن تدوم إلى الأبد، ومنذ عام ١٩٥٠ اسـتهلكنا من الفلزات أكثر مما استهلكناه طوال التاريخ، وحتى ذلك الوقت. ومثل الحفريـات فـإن كـم الخامات الفلزية في كوكبنا محدودة، فإذا استهلكناها فلن نستطيع استعواضها، وغالبا ما سـمعت عن أزمة الطاقة وقد تم شرحها في الجزء الأول من الكتاب.



شكل (٥ – ٢) يبين وفرة الفلزات في القشرة الأرضية

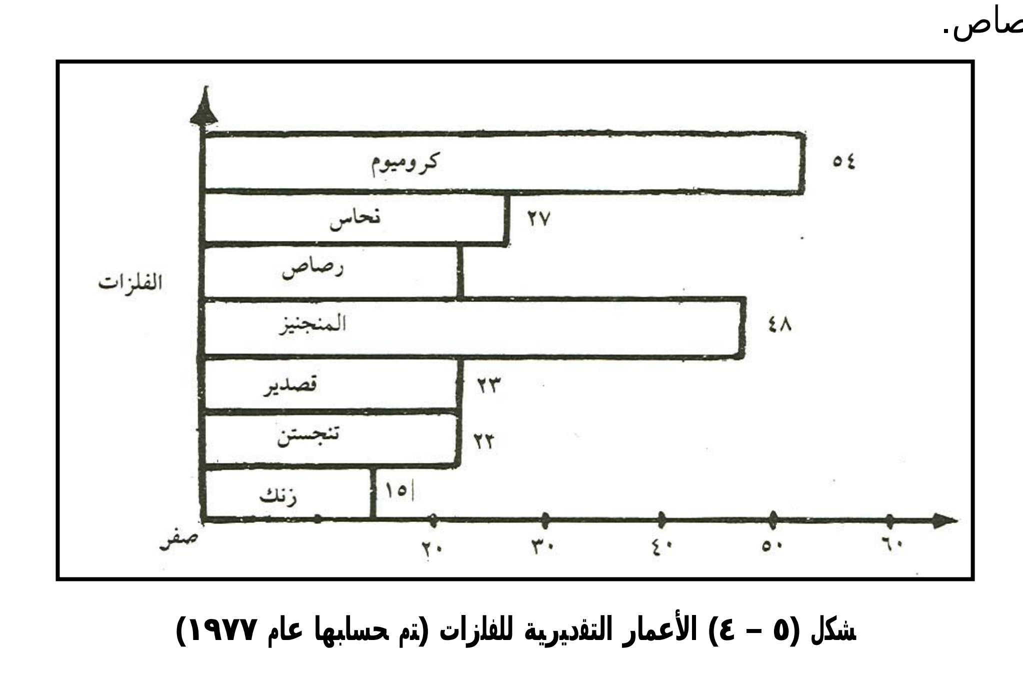


شكل (٥ – ٣) يبين الإنتاج العالمي من معظم العناصر ذات الاستخدام (١٩٨٠) لاحظ كيف أن الحديد يمثل المرتبة الأولى بالمقارنة بين الفلزات الأخرى

وقد نواجه أزمة فلزات والتي قد تكون أكثر خطورة، وحتى إذا نضب معين وقودنا الحفري سريعا فربما أمكننا سد أزمة الطاقة باستخدام الطاقة النووية (فصل ٢)، أو ربما بطرق أخرى (فصل ٣). ولكن إذا استهلكنا الخام الفلزي فبماذا سنعوضه والنحاس الجديد لا يمكن تصنيعه من أي شيء ما عدا خام النحاس.

الفلزات مصدر محدود:

من العسير تقدير مخزون الخام لفلز وخامات جديدة يتم اكتشافها غالبا، وطـرق جديـة للتعدين يتم استخدامها، ومن المحتمل أيضا الحد من استخدام بعض الفلزات لغلو ثمنها. ويبـدو أننا في مأمن من لحظة نضوب الفلزات الأكثر شيوعا (الألمونيوم والحديد والمغنـسيوم). أمـا بالنسبة للفلزات الأخرى فالموقف مختلف. شكل (٥ – ٤) يوضح لنا مدى بقاء الفلزات، ويبـين أن استخدام الفلزات يتزايد بطريقة تقريبية كما هو مماثل لتلك القائمـة خـلال الثلاثـين عامـا الماضية، والأشكال تبدو منذرة، وكثير من الناس لا يعترفون بذلك. وعلى سبيل المثـال كـان هناك اكتشافان كبيران للزنك والرصاص مؤخرا، ومن المفروض أن يفيـا باحتياجاتنـا للقـرن القادم، حتى لو كانت الافتراضات ليست خاطئة تماما فيجب أن نكون حريصين علـى معادننـا لتظل أطول وقت ممكن؛ لأنه من المستحيل إيجاد بدائل فلزات مثل النحاس والقصدير والزنـك والرصاص.



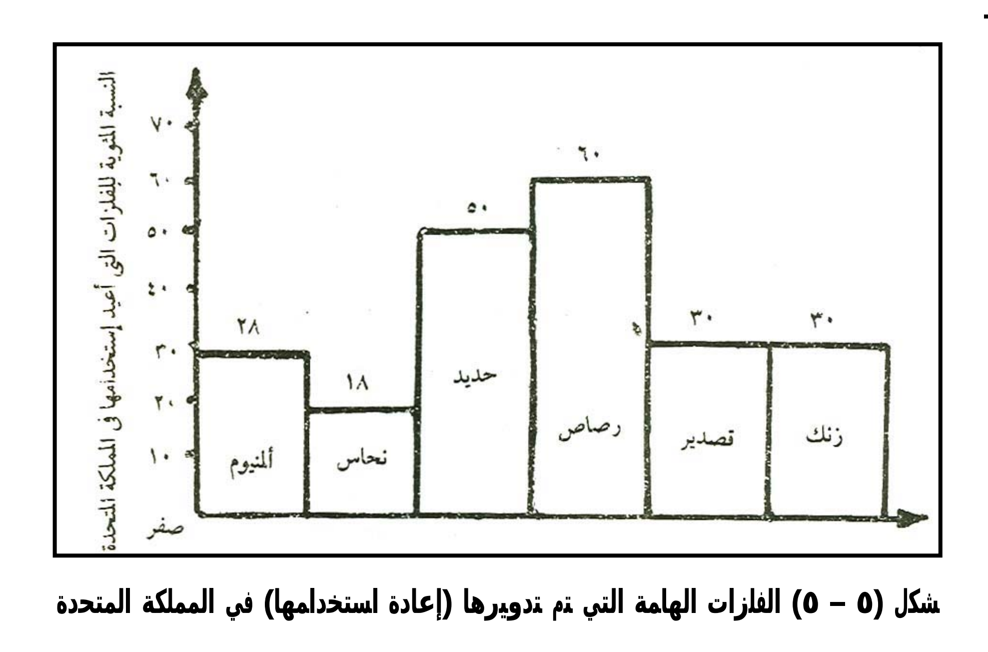
شكل (٥ – ٤) الأعمار التقديرية للفلزات (تم حسابها عام ١٩٧٧)

بعض الفلزات التي ستنضب سريعا وحتى إذا بقي معظمها لفترة أطول وهذا جائز فإننا نعيش في خطر.

إعادة الاستخدام (التدوير):

بفرض أن الفلز (المعدن) شائع تماما في القشرة الأرضية؛ فهذا لا يعني أنه من الـسهل استخلاصه، وبعض الخامات غنية تماما بالفلزات والبعض الآخر فقير. وكميات كثيرة من المواد من المحتمل تعدينها من أجل استخلاص قدر قليل من الفلزات ومن الواضح أنه مكلف. والنحاس مثل جيد فيبدو لنا نضوب خاماته الغنية، وتقوم الآن بتعدين خاماته التي تحتوي علـى ٠,٥ % من المعدن فقط.

وعندما يصبح الخام نادرا وصعبا في تعدينه؛ فإن ثمن معدنه يرتفع، ويجب أن نتوقـع ارتفاع أثمان معظم الفلزات، وهذا سيضر الأقطار الفقيرة لأنها ستجد الأمر عـسيرا فـي دفـع الأثمان العالية، وإذا أصبح المعدن أكثر تكلفة فمن الضروري أن تتجه الأنظار لتعدين خاماتـه الفقيرة.



شكل (٥ – ٥) الفلزات الهامة التي تم تدويرها (إعادة استخدامها) في المملكة المتحدة

وعندما ارتفع ثمن القصدير في الأعوام الأخيرة؛ فقد أعيد افتتـاح منـاجم الكـورنيش القديمة، وعند ارتفاع ثمن أي معدن فإن الناس تفكر مرتين قبل استخدامه أو إلقاء نفاياته، وغالبا يصبح من الأرخص تجميع القطع القديمة من المعدن وإعادة تصنيعها بدلاً من استخدام خامـات جديدة.

والمعادن الخردة يتم إعادة تصنيعها بكميات كبيرة بطريقة صناعة الخردة، والوفـورات الناجمة عن هذه الطريقة هائلة. إن تكلفة إعادة استخدام النحاس تبلغ ٣ % من مثيلتها باسـتخدام الخام.

إن إعادة استخدام الألمونيوم في المملكة المتحدة يوفر قدرا هائلاً من الطاقة يبلغ قدره ما تحتاجه كل الصناعات الزراعية في إنجلترا وويلز سنويا.

إن إعادة التصنيع أمر سهل تماما إذا ألقينا الأشياء المصنوعة من الفلزات النقية، وعلى سبيل المثال فإن ٥٠ % من النحاس يتم إعادة استخدامه، و٨٠ % من الرصاص النـاتج عـن البطاريات أيضا، وأشياء أخرى مثل معلبات القصدير (الصلب المغطى بالقصدير) أكثر صعوبة في إعادة استخدامها، ولكن الأمر الآن مختلف فمن السهل إعادة استخدامها أيضا.

إن خردة المعادن الناتجة من الصناعة يسهل استخدامها لوفرتها، أما الخردة الناتجة من نفايات استخداماتنا كأفراد فهذه يصعب إعادة تصنيعها؛ لأن كل القطع يجب تجميعها معا وهـذا أمر مكاف.

الحديد والصلب

لو أمعنا النظر في عالمنا الحديث لوجدناه يرتكز ويقوم على الصلب. إن غالبية مبانينا الكبيرة تنشأ على هيكل صلب، أو تحتوي على خرسانة مسلحة، كما أن النقل في معظم أنحاء العالم يقوم على الصلب؛ فالصلب يشكل ٧٥ % تقريبا من وزن السيارة في المتوسط، كما أننا نستخدم أيضا الصلب في صناعة اللواري، والسفن والقطارات وخطوط السكك الحديدية، والآلات المبنية من الصلب تعمل في كل صناعاتنا الهامة، وأدوات الصلب تستخدم لتشكيل الزجاج وطحن الأحجار وخلط الخرسانة وصناعة البلاستيك، وتشكيل أو سبك الفلزات، ونحن نستخدم من الصلب خمسين ضعفًا لما نستخدمه من أي معدن آخر. والصلب ليس معدنًا نقيا ولكنه سبيكة تحتوي على ٩٥ % من الحديد على الأقل، كما أن أشكالاً أخرى من الصلب تحتوي على كميات مختلفة من فلزات أخرى عديدة. وحيث إن الصلب هو في الأصل حديد فهذا الفصل يبدأ بفلز الحديد نفسه.

صناعة الحديد:

يحتل الحديد المرتبة الثانية من ناحية تواجده في القشرة الأرضية، وهو فلز نشط تماما وعليه يوجد متحدا مع غيره مع العناصر في خاماته.

خامات الحديد:

إن كلا من خامات الحديد الشائعة تحتوي على أكسيد الحديد (الحديد + الأكسجين)، وهي الهيماتيت ح٢ أ٣ والماجنتيت ح٣ أ٤ والأخير يستمد تسميته من كونه مغنطيسيا مثل الحديد نفسه..

ومع أن إفلاسنا في هذه الخامات لن يشكل خطرا حقيقيا لفترة طويلة؛ فمن الحكمة ألا نسرف في استخدامها، والاتحاد السوفيتي وأستراليا هما أكبر منتجي خام الحديد في العالم، والمملكة المتحدة كانت منتجا رئيسيا لخام الحديد، ولكن معظم خام الحديد الآن المستخدم في المملكة المتحدة يتم استيراده (تحول اسم الاتحاد السوفيتي إلى مجموعة دول كومنولث).

استخلاص الحديد:

إن خام الحديد خليط من عدة مركبات كيميائية مختلفة، ويشكل الأكسيد حوالي ٦٠ % من معظم الخامات، وبالرغم من ذلك فإن بعض الخامات المستخدمة الآن تحتوي على نسبة أقل تصل إلى ٤٠ %، ومعظم بقية الخام مؤلفة من مركبات السليكون والأكسجين؛ وهذا أمر متوقع لأن السليكون والأكسجين أكثر العناصر شيوعا في القشرة الأرضية.

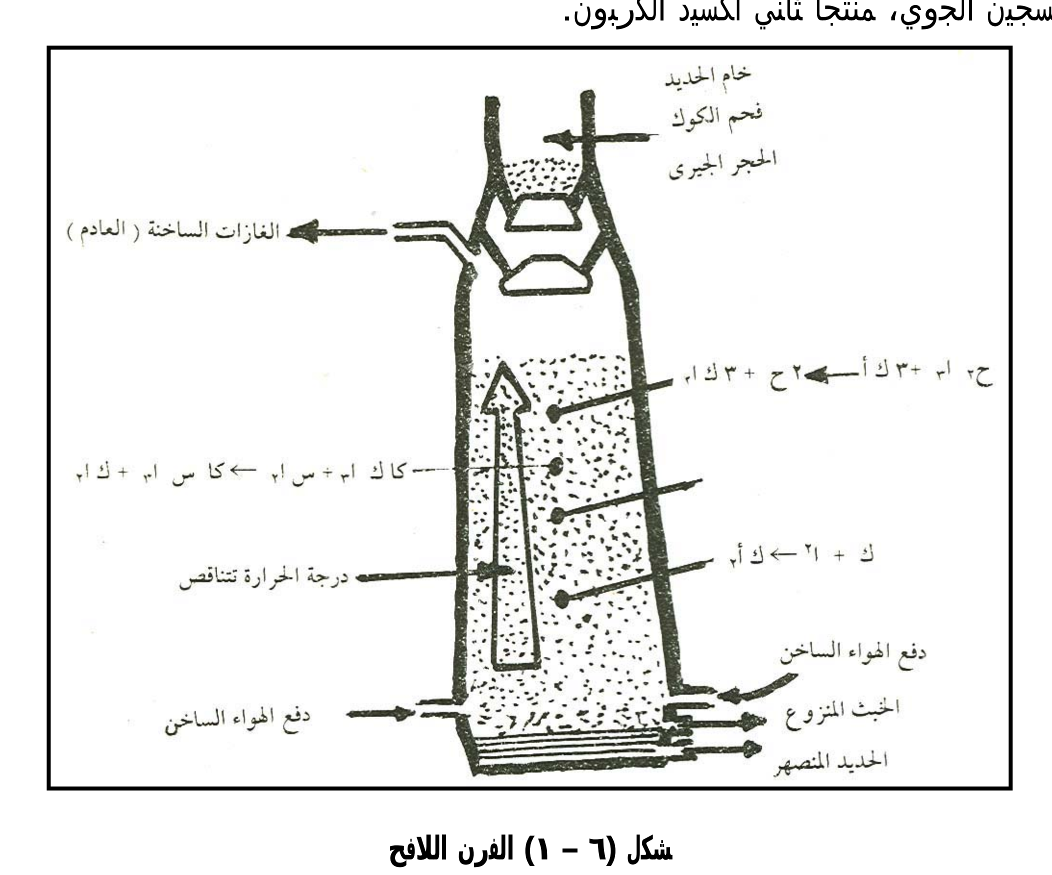
ولاستخلاص الحديد فمن الضروري القيام بإزالة الشوائب التي تتضمن وجود ثاني أكسيد السليكون، ثم تحويل أكسيد الحديد إلى حديد. ويتم إزالة هذه الشوائب بتسخين الخام مع

الحجر الجيري (كربونات الكالسيوم)، كما يتم استخلاص الحديد بتسخين الخام مع الكربون في صورة فحم كوك، وهذه التفاعلات تحدث معا في برج يسمى الفرن العالي، وتسمى هذه الطريقة الصهر.

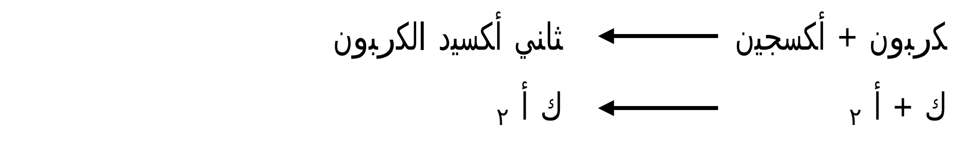
كيمياء التفاعلات داخل الفرن العالي:

خلال قراءتك هذا الجزء يجب أن تراجع دائما الشكل الخاص بالفرن العالي (شكل ٦ – ١)، ويتألف من بناء فولاذي يزيد على ٧٠ م في ارتفاعه، والتفاعلات الحادثة بداخله تتم في أسطوانة حديدية ارتفاعها ٣٠ م، وفوق هذه الأسطوانة تقبع الآلة المستخدمة لملء الفرن والمواسير الخاصة بسحب الغازات للخارج، والفرن العالي يتم استخدامه ٢٤ ساعة يوميا لعدة سنوات حتى تبلى بطانته، وبإمكان الأفران الحديثة إنتاج ٨٠٠٠ طن حديد يوميا.

ويتم شحن نوع الفرن العالي من قمته بخام الحديد وفحم الكوك والحجر الجيري ونظام الشحن يكون من نوع خاص؛ بحيث يكون التلوث الناتج من هروب الغازات من الفرن أقل ما يمكن، ويستخدم طن فحم الكوك لكل طن حديد ينتج من الفرن، ويتم دفع الهواء الساخن للداخل عن طريق قاع الفرن، أما فحم الكوك فيتكون في معظمه من الكربون الذي يتفاعل مع الأكسجين الجوي، منتجا ثاني أكسيد الكربون.



شكل (٦ – ١) الفرن اللافح



وهذا التفاعل طارد للحرارة، ويساعد على تسخين الفرن، ويبدأ غاز ثاني أكسيد الكربون في الارتفاع ليحتل الطبقات العليا من الفرن بعيدا عن الهواء الساخن، وباندفاعه لأعلى فإنه يجد فحم كوك أكثر سخونة، ويتفاعل معه لتكوين أول أكسيد الكربون.

كربون + ثاني أكسيد الكربون ← أول أكسيد الكربون

ك + ك أ$_{٢}$ ← ٢ ك أ

ويتفاعل أول أكسيد الكربون مع أكسيد الحديد لتكون حديد

– أكسيد حديديك + أول أكسيد الكربون ← حديد + ثاني أكسيد الكربون.

ح$_{٢}$ أ$_{٣}$ + ٣ ك أ ← ٢ ح + ٣ ك أ$_{٢}$

وفي هذا التفاعل يتم تحويل أكسيد الحديديك إلى حديد، وبالتالي انتزاع الأكسجين من الأكسيد، وعليه يختزل الحديد والاختزال عكس التأكسد.

وأول أكسيد الكربون الذي يشارك في التفاعل يسمى عاملاً مختزلاً، والأكسدة والاختزال متلازمان؛ أي إن الاختزال لا يمكن أن يحدث بدون أكسدة، بحيث إذا فقد مركب كيميائي الأكسجين فإن مركبا آخر يكتسبه. وتفاعلات مثل تلك السابقة تسمى التفاعلات التأكسدية المختزلة، وفي الفرن العالي يتأكسد أول أكسيد الكربون بينما يختزل الحديد.

والحديد الناتج عن هذا التفاعل يكون ساخنًا للغاية، وعليه يخرج سائلاً من الفرن ويجمع من القاع ليتصلب في صورة بلوكات تسمى "خنازير"، ويسمى الحديد المسبوك.. وبينما تحدث هذه التفاعلات يتفاعل حجر الجير مع الشوائب مكونًا الخبث، ويخرج الحديد المسبوك وعليه طبقة خبث قابعة على القمة، ويمكن كشطها من وقت لآخر.

كربونات كالسيوم + ثاني أكسيد السليكون ← سليكات كالسيوم + ثاني أكسيد الكربون.

حجر جيري   شوائب   خبث

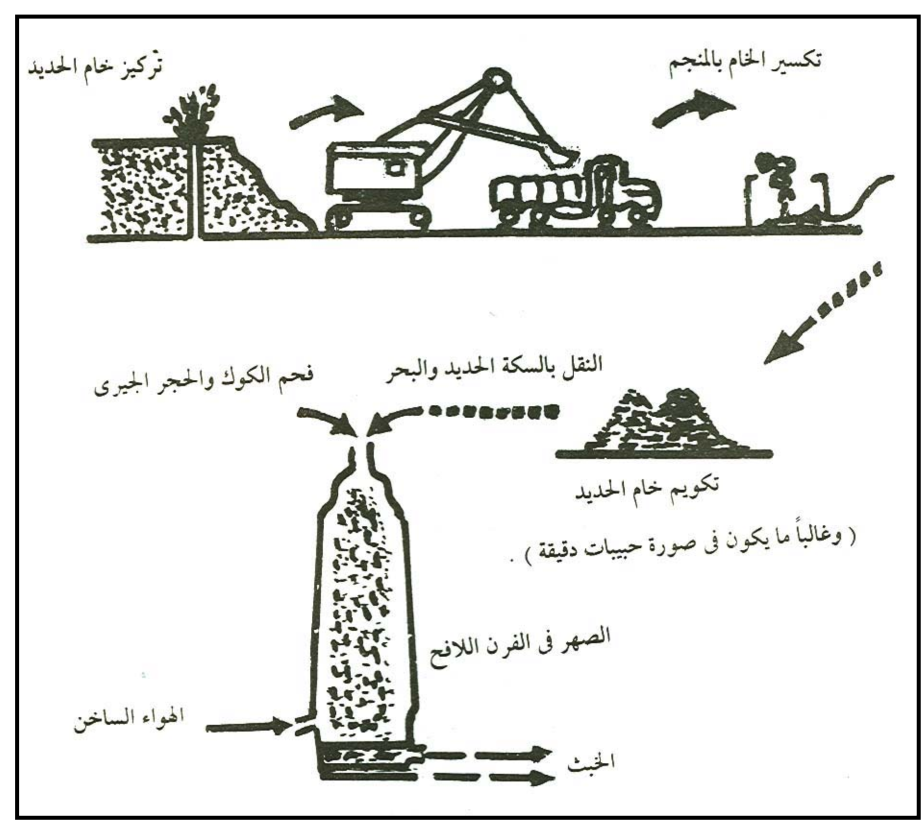
كاك أ$_{٣}$ + س أ$_{٢}$ ← كا س أ$_{٣}$ + ك أ$_{٢}$

وتتكرر هذه العملية كلها باستمرار ساعة بعد ساعة ويوما بعد يوم، ويتم تغذية الفرن بخام الحديد والكوك والحجر الجيري من القمة، بينما نحصل على الحديد والخبث من القاع. ومن الأهمية توفير الطاقة التي توفر بدورها المال كلما كان الأمر ممكنًا، ولهذا السبب يتم تحويل واستخدام الغازات الساخنة التي تهرب من القمة لتسخين الهواء الذاهب للقاع، وتستخدم أيضا لتسخين أبنية المصانع ومكاتبها.

الحديد المسبوك:

يحتوي الحديد المسبوك الخارج من الفرن على ٩٣ % حديد، و٧ % شوائب من بينها ٤ % كربون، ونسبة الكربون هذه تجعل الحديد هشا ضعيفًا بحيث يتشقق ويتكسر بيسر. والحديد المسبوك لا يمكن استخدامه لصناعة الأشياء الكثيرة المطلوبة في حياتنا مباشرة، ما عدا بعض الأشياء مثل الحواجز والقضبان، وهي أشياء لا تتطلب قوة شديدة.

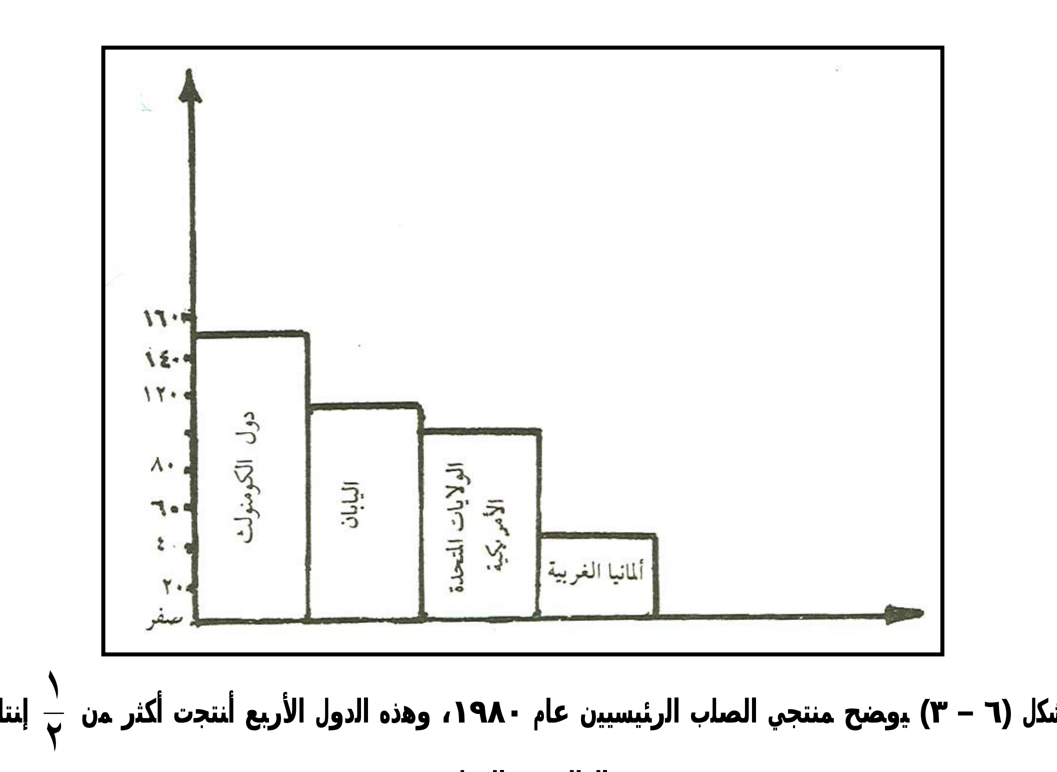
إن معظم الحديد المسبوك يتم تحويله مباشرة إلى معدن أكثر نفعا وهو الصلب.



شكل (٦ – ٢) استخدام الحديد المسبوك لصناعة الصلب

صناعة الصلب:

تستهلك الدول الصناعية كميات صلب هائلة، ومعظم الصلب يصنع في العالم الغربي المتقدم ودول الكومنولث واليابان والولايات المتحدة الأمريكية، وهذه الدول تعتبر أكبر المنتجين (شكل ٦ – ٣).



شكل (٦ – ٣) يوضح منتجي الصلب الرئيسيين عام ١٩٨٠، وهذه الدول الأربع أنتجت أكثر من ١/٢ إنتاج العالم من الصلب

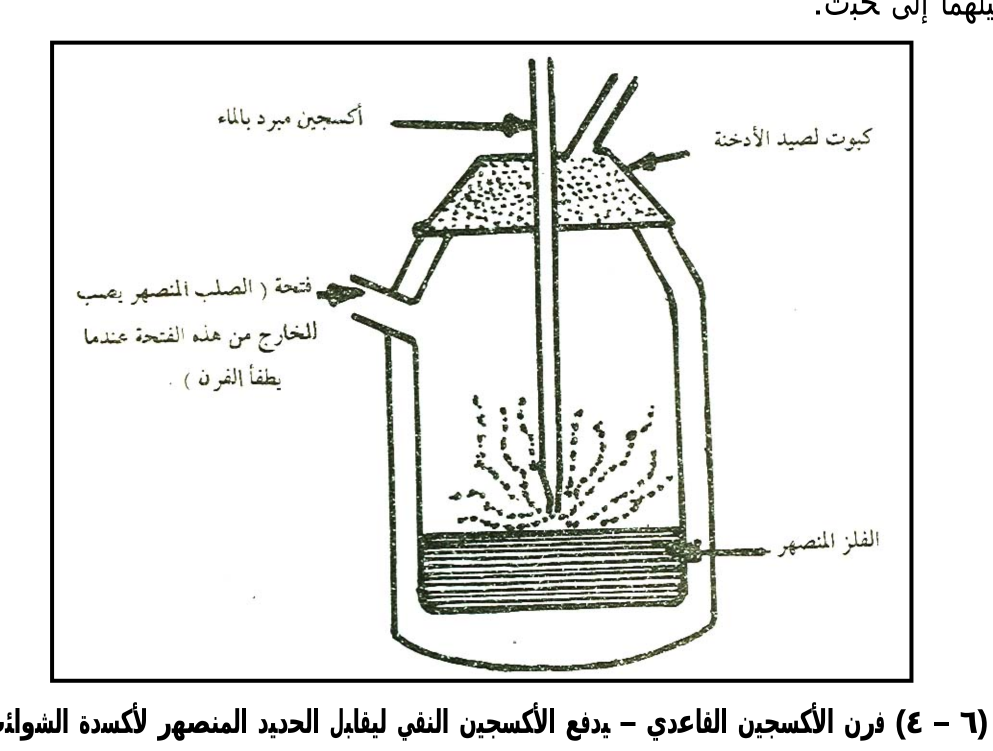
إن الصلب مقياس جيد للرفاهية أو العجز الاقتصادي، وفي بداية الثمانينيات حدث هبوط في إنتاج الصلب البريطاني بمقدار النصف حينما حدثت مصاعب للصناعات هناك. وعدد من الدول الغربية بما في ذلك المملكة المتحدة تقوم بصناعة الصلب منذ حوالي ١٠٠ عام، وقد بدأت خاماتها في النضوب، وإنشاءات الصلب الجديدة في المملكة المتحدة كلها على السواحل، حتى يتم شحن الخامات إليها، وكثير من الدول النامية تبني الآن مصانع الصلب الخاصة بها بالقرب من مصادر الخامات.

تحويل الحديد المسبوك إلى صلب:

إن الكربون والسليكون والفسفور هي الشوائب الرئيسية في الحديد المسبوك، ومعظم الكربون وكل السليكون والفسفور يجب إزالتها حتى لا يبقى الحديد هشا وضعيفًا، وغالبا ما يزول الكربون تماما في بداية التفاعل مع السليكون والفسفور، ثم يتم إضافة كمية الكربون الصحيحة مرة ثانية لصناعة الصلب المطلوب، وفي كثير من مصانع الصلب لا يسمح للحديد المسبوك بأن يبرد ويتصلب، وهذا يسبب فقدا حراريا وبدلاً من ذلك يتم تحويل الحديد المسبوك إلى فرن آخر للتخلص من الشوائب بحرقها مع الأكسجين.

ويتم صناعة معظم الصلب بطريقة الأكسجين الأساسية (شكل ٦ – ٤ أ، ب)؛ حيث يدفع الأكسجين النقي إلى الحديد المسبوك المنصهر، فتتأكسد الشوائب مكونة كيماويات مثل أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد السليكون وأكسيد الفسفور، ويمكن التخلص منها بسهولة تامة؛ حيث

يترك أول أكسيد الكربون الفرن بسهولة. أما المواد الأخرى المؤكسدة فيتم التخلص منهما بتحويلهما إلى خبث.



شكل (٦ – ٤) فرن الأكسجين القاعدي – يدفع الأكسجين النقي ليقابل الحديد المنصهر لأكسدة الشوائب، ويتم دفع الشوائب المؤكسدة للخارج أو تنزع كخبث.

إن صناعة الصلب هي مثال آخر لعملية الأكسدة، وفرن الصلب الحديث يمكنه صناعة ٣٠٠ طن صلب في ٣٥ دقيقة، وأكثر من ٢٥ % من الحديد الخردة من الممكن استخدامها في فرن الأكسجين الأساسي، وهذا يساعد على إعادة تصنيع الخردة، وينقص تكلفة صناعة الصلب.

تصنيع أنواع صلب مختلفة:

يسمح للصلب السائل بأن يبرد ببطء، وهذه الطريقة تعطي صلبا قويا قابلاً للتشكيل، فإذا تم تبريد الصلب بسرعة نحصل على صلب جامد، وهذه الطريقة تسمى الطفي (الطش)، وكل أنواع الصلب تحتوي على كمية كربون صغيرة، والصلب المعتدل يحتوي على حوالي ١ % كربون، وعليه فهو طري جدا وقابل للطرق (سهل تشكيله)، فإذا أضيف كربون أكثر يصبح الصلب أكثر صلابة (جدول ٦ – ١)، والصلب أيضا يصبح هشا أكثر إذا أضيف الكربون، وهذا يعني أنه أصبح أكثر قابلية للتشقق، ومن الممكن تقويته بتسخينه مرة ثانية وتركه ليبرد، وهذه الطريقة تسمى التليين (الترويض).

نوع الصلب	النسبة المئوية للكربون	الاستخدام
لين	أكبر من ١٥ %	الصفائح والأسلاك
متوسط	٠,١٥ – ٠,٢٥ %	البناء والهندسة العامة
متوسط الكربون	٠,٢ – ٠,٥ %	اليايات القوية
عالي الكربون	٠,٥ – ١,٠٤ %	المطارق والأزاميل

جدول (٦ – ١) أنواع الصلب المحتوية على نسب كربون مختلفة

والأنواع الأخرى من الصلب يمكن صناعتها بخلط الحديد مع كميات ضئيلة من فلزات أخرى، وكثير من هذه الفلزات نادرة، وتوجد فقط في قسم أو قسمين من العالم؛ ولذا تسمى الفلزات الاستراتيجية، ولفظ الاستراتيجية يستخدم لأن هذه الفلزات تصنع منها سبائك تعتبر حيوية للقوى الاقتصادية والعسكرية لمعظم الدول.

الفلزات الاستراتيجية:

إن الكوبالت والموليبدنيم والنيوبيم والتانتالم والفانديوم ليست أسماء منزلية شائعة مثل الألمونيوم والنحاس على سبيل المثال، وبالرغم من ذلك فإن حياتنا تتأثر بها لدرجة خطيرة إذا لم نحصل على هذه الفلزات، وفلزات المنجنيز والنيوبيم والكروميوم تستخدم لتقسية الصلب. فإذا توقفت إمدادات الفلزات السابقة الذكر فسنعجز عن صناعة أشياء مثل السيارات والآلات الصناعية.

وهذه الفلزات وغيرها مطلوبة أيضا للأغراض العسكرية وصلب التنجستين يستخدم لطلاء الدروع، بينما يستخدم الكوبالت في صناعة ريش (نصول) المحركات النفاثة. والتيتانيوم فلز هام جدا في صناعة الطائرات الحربية والمركبات الأخرى.

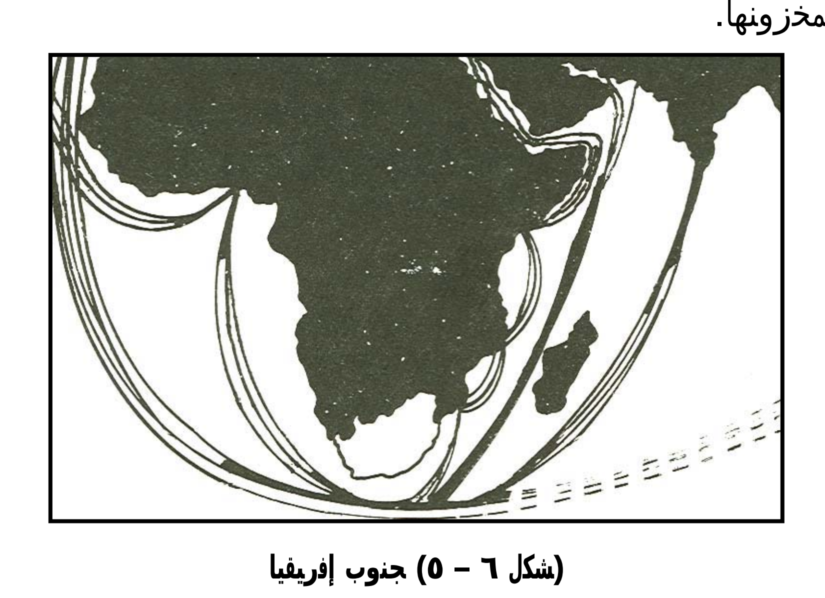
وجدول (٦ – ٢) يعطينا فكرة عن بعض المعلومات عن الفلزات الاستراتيجية، والآن انظر إلى الدول المنتجة لهذه الفلزات. إن الدول الغربية تعتمد على الدول الأخرى متضمنة جنوب إفريقيا والاتحاد السوفييتي؛ أي الدول التي لا تعتبر من الأصدقاء لهم، ويمكنك رؤية طريقة الإعلانات من سفارة جنوب إفريقيا الموضحة في شكل (٦ -٥).

الفلز	المنتج الرئيسي (% من الإنتاج العالمي الكلي)	الاستخدامات
الكروميوم	جنوب إفريقيا ٣٥، الاتحاد السوفييتي ٢٥	الصلب الذي لا يصدأ
الكوبالت	زائير ٥٠ ، زامبيا ١٠	محركات النفاثات
المنجنيز	الاتحاد السوفييتي ٣٨، جنوب إفريقيا ٢٠	الصلب الجامد
المولبدنم	الولايات المتحدة الأمريكية ٦٢، شيلي ١٣	الصلب

النيوبيم	البرازيل ٧٩	أدوات قطع الصلب
البلاتنيوم	الاتحاد السوفيتي ٤٨، إفريقيا ٤٦	عوامل الحفز
التانتالم	تايلاند ٤٤، ماليزيا ١٤	الإلكترونيات
التيتانيوم	الولايات المتحدة، أستراليا	الطائرات
التنجستين	الصين ٢٦، الاتحاد السوفييتي ١٨	الصلب المستخدم في صناعة الدروع المصفحة
الفاناديوم	جنوب إفريقيا ٣٦، الاتحاد السوفييتي ٢٩	الصلب

جدول (٦ – ٢) بعض الفلزات الاستراتيجية

وتخيل ماذا يحدث إذا أوقف الاتحاد السوفييتي أو جنوب إفريقيا إمدادات هذه الفلـزات؛ فعلى سبيل المثال بدون منشطات البلاتنيوم فإن الكثير من الصناعات الكيميائية سـتتوقف.. إن العديد من الدول بدأت في شراء وتخزين هذه الفلزات لتفادي حدوث أزمـات فـي الإمـدادات والولايات المتحدة الأمريكية لديها الآن رصيد ٣ أعوام تقريبا من هذه الإمدادات، وتقوم المملكة المتحدة ببناء مخزونها.



(شكل ٦ – ٥) جنوب إفريقيا

إذا رغبت في التحكم في خطوط إمداد الشرق؛ فأين سيكون موقعك الذي تحتله من أجل تنفيذ هذا الهدف؟

إنك لست في حاجة إلى دبلوم في الاستراتيجية العسكرية لمعرفة ذلك الأمر.. إن ٢٣٠٠ سفينة تعبر شهريا ساحل جنوب إفريقيا، ومعظمها في الطريق بناحية الغرب، وتحمـل ٨٠ % من إمدادات بترول دول حلف شمال الأطلنطي، و٧٠ % من المعادن الاستراتيجية الخاصة بهم.

حقا إن جمهورية جنوب إفريقيا هي الدولة الوحيدة التي تتميز بالاستقرار خارج الكتلـة الشرقية، ولها احتياطي كبير من الكروم والبلاتنيوم والمنجنيز والفاناديوم، وبدون هذه الإمدادات

الجبارة فإن المعسكر الغربي ليس في وسعه تصنيع الحاسبات الإلكترونية وآلات صنع الماكينات، والآلات الهوائية وصناديق التروس وأجهزة التليفزيون وأجهزة حفر الآبار البترولية والأسلحة الدفاعية.

ولا غرو فلقد أطلق على جنوب إفريقيا اسم "الخليج الفارسي للمعادن الاستراتيجية"، وعليه فقد لاحظت مدى ترابط الاستقرار في الغرب، وكذا الاستقرار في جنوب إفريقيا.

وبالرغم من ذلك فإن حظر الأسلحة الإجباري المفروض على جمهورية جنوب إفريقيا بواسطة الأمم المتحدة يعني أن جنوب إفريقيا عاجزة عن السيطرة على الخطوط البحرية الاستراتيجية الهامة حول رأس الرجاء الصالح، ومن الناحية الأخرى فإن نمو الوجود البحري السوفييتي في المحيط الهندي يتعاظم بمثل هذه الأنواع من حظر تصدير الأسلحة إلى جمهورية جنوب إفريقيا.

الصدأ:

إن مشكلة الصدأ مشكلة كبيرة تواجه الحديد والصلب، ويدمر الصدأ ٢٠ % من إنتاج العالم من هذه الفلزات سنويا، وتكلفتها تزيد على ١٠ بليون دولار، والصلب فلز مفيد ورخيص نسبيا كما تعلمنا، ولكنه يصدأ، ولقد تم ابتكار طرق كثيرة مختلفة لإبطاء الصدأ وإطالة عمر الأشياء الفولاذية أطول فترة ممكنة.

كيمياء الصدأ:

معظم الفلزات تتفاعل مع الكيمياويات في وجود الهواء الذي يحتوي على الأكسجين والماء والأحماض المسببة للتلوث، وعليه تتآكل كل الفلزات ببطء بسبب هذه التفاعلات، وهذا ما يسميه الكيميائيون (التآكل)، وصدأ الحديد والصلب مثال للتآكل. والصدأ يحدث فقط إذا تفاعل الأكسجين والماء سويا مع الحديد أو الصلب، والهواء العادي يحتوي على كل من الأكسجين والماء في صورة بخار، وعليه يصدأ الحديد والصلب في الهواء الرطب. والأكسجين والماء يتفاعلان مع الحديد لتكوين أكسيد الحديد المائي، والمسمى (الصدأ)، وكلمة مائي تعني ببساطة وجود الماء، والمعادلة البسيطة لهذا التفاعل يمكن كتابتها على النحو التالي:

حديد + أكسجين + ماء ⟵ أكسيد الحديد المائي (الصدأ).

وطبقة الصدأ ضعيفة جدا، وتزول بسرعة ويبدأ الحديد الموجود بأسفلها في الصدأ بدوره، وأخيرا تتحول قطعة الفلز بكاملها إلى صدأ. إن الصدأ لن يحدث إذا تم حجب الهواء والماء عن سطح الفلز، وهذا يعني أن الصدأ يمكن منعه بتغطية السطح الفلزي؛ أي يمنع الهواء والماء عنه.

منع الصدأ باستخدام طبقات عازلة:

إن طلاء سطح الفلز هو واحد من أسهل الطرق لإيقاف الصدأ، والعديد من منشآت الصلب الضخمة مثل الكباري يتم حمايتها بهذه الطريقة، ويزول الطلاء بعد فترة، وعليه فمن الضروري إعادة الطلاء.

إن كل فرد في عالمنا هذا اعتاد رؤية صدأ السيارات واللواري والمركبات الأخرى. والطبقات السفلية للسيارة بالأخص قابلة للصدأ، والسبب في ذلك أن الطلاء السفلي يتشقق بسبب حجارة الطريق، ثم تغمره مياه الطريق المتناثرة؛ فإذا كان الطريق ملوثًا بمياه ملحة فالصدأ أسرع ما يمكن، وغالبا ما يقوم الناس بتغطية الأجزاء السفلية للسيارة بالشحم أو بنوع من البلاستيك يسمى مانع التسرب السفلي، وهذه المعالجة تبطئ الصدأ ولكنها لا تمنعه تماما.

والتغطية باستخدام القصدير هي واحدة بسيطة من الطرق المألوفة؛ حيث يتم غمس الصلب في حمام قصدير سائل، وعليه تتكون طبقة قصدير فوق الصلب، وهذا ما يسمى الطلاء بالقصدير. إن العديد من علب الأطعمة التي نطلق عليها اسم "علب القصدير" تصنع من الصلب المطلي بالقصدير ولا تتأثر المشغولات المطلية بالقصدير بالصدأ شأنها في ذلك شأن الصلب المطلي بالقصدير، فإذا تقشرت طبقة القصدير بـ (الخدش) أو التكسير فإن طبقة الصلب التي تحتها سرعان ما تبدأ في الصدأ ثانية.

منع الصدأ باستخدام الجهود الكهروكيميائية:

الحديد فلز نشيط ولكن الفلزات مثل الزنك والمغنسيوم أكثر نشاطًا منه بموجب سلسلة الجهود الكهروكيميائية، وهذه الفلزات ممكن استخدامها لحماية الحديد من الصدأ أو ستتآكل بدورها بدلاً من الحديد لأنها أكثر نشاطًا منه، بينما سيبقى الحديد على ما هو عليه وهناك طريقة مألوفة لفعل ما سبق ذكره ألا وهي تغطية الصلب بالزنك، وذلك بغمس الصلب في الزنك السائل، وهو ما يسمى "الجلفنة". والصلب المطلي بالزنك يسمى صاجا مجلفنًا، وحتى إذا تم خدش طبقة الزنك أو كسرها فإن الصلب السفلي ما زال محميا. ويتآكل الزنك أولاً تاركًا الصلب بعيدا عن الصدأ. والجلفنة هي طريقة جيدة لإيقاف الصدأ، وعليه أمكن حماية كميات صلب هائلة بواسطتها، ويستخدم حوالي $\frac{١}{٣}$ الزنك المصنع عالميا لجلفنة الصلب. وطريقة الحماية بالتضحية هي طريقة ثانية لإيقاف الصدأ باستخدام سلسلة الجهود الكهروكيميائية، ويستخدم فيها كتل من المعادن النشيطة مثل الزنك أو المغنسيوم تقدم قربانًا لحماية الصلب. إن مصنوعات الصلب الضخمة مثل أبدان السفن أو الأرصفة البحرية تتم حمايتها بوصلها بكتل من هذه الفلزات، ومن وقت لآخر يتم استخدام كتل حديدية من الزنك أو المغنسيوم بدلاً من تلك المتآكلة.

إن مواسير الغاز والماء التي تبلغ آلاف الأميال تحمى بنفس الطريقة، ولا شك أن استبدال بعض كتل الماغنسيوم أوفر كثيرا من تغيير آلاف الأميال من المواسير.

منع الصدأ باستخدام السبائك:

إن معظم الصلب سيصدأ ولكن من الممكن صناعة أنواع صلب خاصة يسمى صلبا غير قابل للصدأ، والصلب الذي لا يصدأ سبيكة من الحديد مضافًا إليهـا حـوالي ١٠ % كروميـوم وبعض النيكل، وهي مكلفة أي أغلى نسبيا من الصلب العادي، ولذلك لا يستخدم فـي صـناعة السيارات.

ومن الاستعمالات الشائعة للصلب صناعة أدوات المطبخ التي لا شك أنها سـتكون ذات مظهر غير مبهج إذا صدأت.

الألمونيوم والفلزات الأخرى

استخدام وصناعة الألمونيوم:

الألمونيوم فلز نادر الوجود غالي الثمن، تم اكتشافه منذ قرن واحد من الزمان، وتكلفته عند اكتشافه تفوق تكلفة الذهب، واليوم نستخدم الألمونيوم أكثر من أي فلز آخر ما عدا الحديد.

استخدام الألمونيوم:

الألمونيوم فلز خفيف الوزن، ونفس الحجم من الفولاذ يزن أمثاله، وهو لا يتآكل بسهولة، وهو قوي فعلاً خاصة إذا كان مصنعا في سبائك. وهذه الصفات تبين فوائد الألمونيوم في صناعة المركبات خفيفة الوزن، موفرة الطاقة؛ مثل الطائرات والسيارات والسفن. ولهذه الأسباب يستخدم أيضا في المباني الحديثة، من هياكل النوافذ حتى الواجهة للمباني الإدارية، وفي المنازل فإنك تشاهد ماكينات الغسيل أو أجهزة التجميد مصنوعة من هذا الفلز حديث الاكتشاف، وعلاوة على ذلك تصنع منه رقائق الطهي وسدادات أوعية اللبن، وأنواع أخرى من مواد الحزم.

شكل (٧ – ١) استخدامات الألمونيوم في المملكة المتحدة (١٩٨٠)

إن العيب الوحيد في الألمونيوم ثمنه فتكلفته تفوق تكلفة الفولاذ بحوالي ٦ مرات، وهو موصل جيد للكهرباء، ويقف على قدم المساواة مع الفلزات غالية الثمن مثل الفضة والنحاس، وهو مثالي في صناعة كابلات الطاقة المعلقة السميكة لخفة وزنه ولا يضيف وزنًا زائدا على أبراج الكهرباء، والكابلات نفسها تحتاج إلى لب فولاذي قوي لأنها من الممكن أن تنكسر بسبب ثقل وزنها. ويبين شكل (٧ – ١) أهم الاستخدامات للألمونيوم.

سبائك الألمونيوم:

تحتوي سبائك الألمونيوم على ألمونيوم بنسبة ٩٥ % على الأقل، وكميات ضئيلة من فلزات أخرى تزيد متانته ومقاومته للتآكل، وتجعل منه فلزا أكثر قابلية للتشكل. وعامة فإن النحاس والزنك يستخدمان لصناعة سبائك ذات مقاومة عالية، أما المغنسيوم والسليكون فيعطيانه مظهرا جذابا، والسبائك ذات المقاومة العالية تستخدم لصناعة النوافذ والأبواب. والسبائك عالية

المقاومة المستخدمة في صناعة الطائرات تحتوي على النحاس، مع كميات قليلة من الزنك والمغنسيوم والسليكون، ويستخدم اسم "الديور اليمين" أحيانًا للدلالة على هذه النوعية من السبائك.

البوكسيت "خام الألمونيوم":

إن البوكسيت هو أهم خامات الألمونيوم وأكثرها شيوعا، ويتكون بصفة رئيسية من أكسيد الألمونيوم لو ٢ أ ٣ علاوة على بعض الشوائب مثل أكسيد الحديد. ويوجد البوكسيت في أقطار مختلفة مثل جامايكا في الكاريبي ودول إفريقيا الغربية مثل غينيا وغانا، وإنه من حسن الحظ للدول النامية امتلاك موارد ضخمة من خام البوكسيت لأنهم يستطيعون بيعه إلى الدول الصناعية، ولكن هذا لا يحدث دائما؛ ففي غانا تم بناء مشروع ضخم لتوليد القوى الكهربية من المصادر المائية على نهر الفولتا مع مصنع للألمونيوم تمتلكه شركة أمريكية، والغانيون يرغبون في استخدام خام البوكسيت المحلي ولكن الشركة الأمريكية ترفض ذلك؛ وهذا يعني أن الغانيين لن يستفيدوا من الخام المحلي. لقد استطاعوا الحصول على الكهرباء من سد فولتا بثمن رخيص جدا، ولكن الشركة الأمريكية تدفع للكهرباء ثمنًا بخسا لا نظير له في الأقطار الغربية، وعلاوة على ذلك فبناء سد فولتا فإن ٥ % من أراضي القطر غمرتها المياه، وتم إعادة توطين ٨٠,٠٠٠ نسمة، فتخيل أثر ذلك على منطقتك إذا حدث فيها ما ذكر.

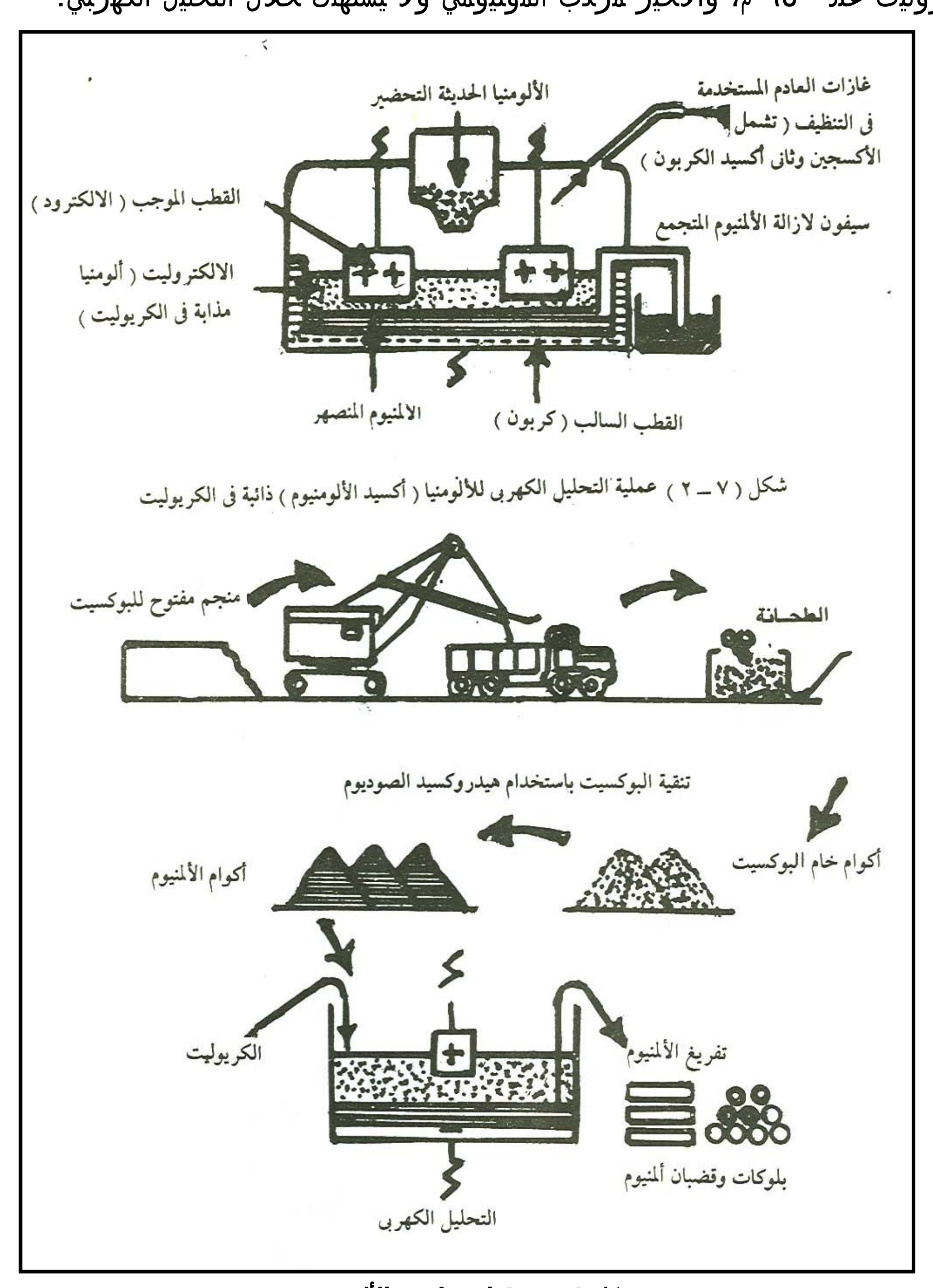
لقد هبط ثمن البوكسيت في أوائل عام ١٩٨٠ نظرا للركود الاقتصادي العالمي، وهذا أثر بشكل كبير على دول كثيرة مثل جامايكا. إن ٧٥ % من صادرات جامايكا متصلة بالبوكسيت وانخفاض ثمن البوكسيت أدى لإضراب وبطالة ٢٥ % على الأقل من القوى العاملة.

استخلاص الألمونيوم:

الألمونيوم فلز نشط، ولا يمكن استخلاصه بتسخين خامه مع الكربون كما يحدث للحديد، ولا بد من استخدام الكهرباء كبديل. إن أكسيد الألمونيوم النقي مطلوب لتلك العملية وعليه يجب تنقية البوكسيت والألومنيا النقي. وللحصول على الألمونيوم؛ فالأمر يحتاج إلى قدر هائل من الكهرباء، وهذا هو السر في ارتفاع ثمن الألمونيوم. إن الكثير من المصانع (المسابك) تبنى بالقرب من مصادر توليد القوى الكهربية مثل ما هو كائن في غانا، وأخرى في جبال كندا وإسكوتلاندا.

إن حوالي ١/٢ إنتاج العالم من الألمونيوم يصنع باستخدام كهرباء ناتجة عن مساقط مائية، والمسابك الأخرى يجب أن تكون بالقرب من مصادر وقود الحفريات، والتحليل الكهربائي هو طريقة استخلاص الألمونيوم من أكسيد الألمونيوم، وهذا يحدث في أحواض كبيرة تسمى خلال الأقطاب، والقطب موصل بالنهاية الموجبة لمصدر الكهرباء، وهذا القطب الموجب يسمى أحيانًا الآنود، أما القطب السالب فيتصل بالنهاية السالبة لمصدر الكهرباء (الكاثود).

والألومينا (أكسيد الألومونيوم) مادة صلبة وعليه لا تسمح للتيار الكهربي بالمرور خلالها لأنها ليست فلزا ولكن يمكن أن تسمح بمرور التيار الكهربي خلالهـا إذا أذيبـت فـي سـائل ألكتروليت عند ٩٥٠ م، والأخير مركب ألمونيومي ولا يستهلك خلال التحليل الكهربي.



شكل (٧ – ٣) استخلاص الألمونيوم

وعندما توصل الألومينا الكهرباء فإنها تنفصل إلى عناصرها: الألمونيوم والأكـسجين.. وفي شكل (٧ – ٢) الألمونيوم السائل يتجمع في قاع خلية التحليل الكهربـي بجانـب القطـب السالب ويتم سحبه من وقت لآخر. ويمكن صناعة الألمونيوم في صورة سبيكة حـسب الطلـب ويحول إلى رقائق أو أنابيب أو منتجات أخرى، وعند القطب الموجب يتواجد الأكسجين، ولكنـه

ليس المركب الكيميائي الوحيد المنتج هناك، ويصنع الألكترود من الكربون؛ حيث يمر ببطء في وجود الأكسجين ودرجة الحرارة العالية المستعملة، وينتج ثاني أكسيد الكربون؛ ولذا يجب إحلال قطبي كربون عند احتراقها.

ولفهم كيفية استخلاص الألمونيوم بطريقة التحليل الكهربي فمن الضروري النظر بإمعان في العلاقة بين الكيماويات والكهرباء.

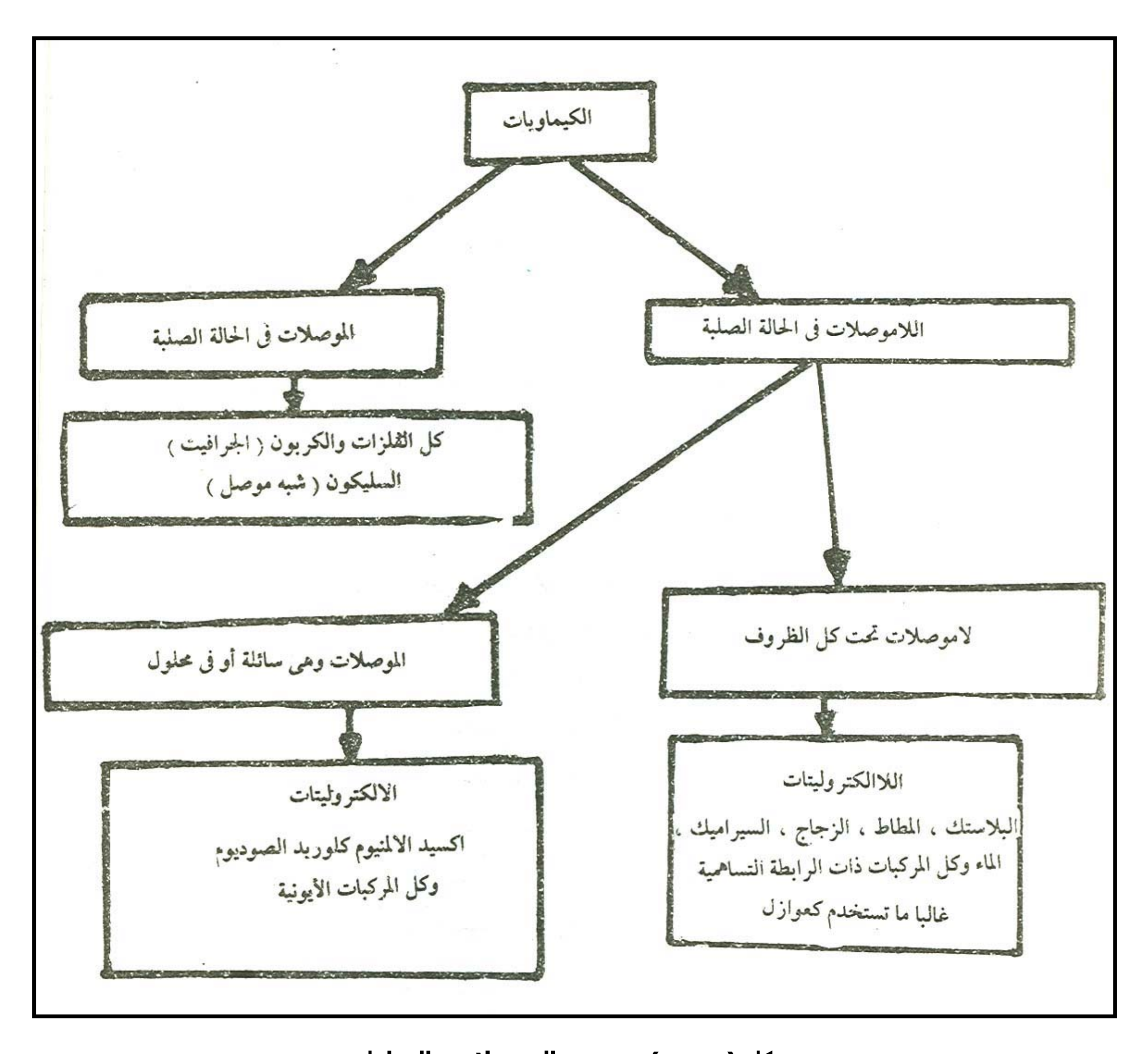
الكيماويات والكهرباء:

إن الموصلات هي الكيماويات التي تسمح للكهرباء بالسريان خلالها، والفلزات والجرافيت (صورة من صور الكربون) هي الكيماويات الوحيدة التي تعتبر موصلات جيدة، وهي صلبة. والسليكون موصل للكهرباء بقدر أقل لذا فهو يسمى "شبه موصل". والسليكون مهم في الإلكترونيات، وصناعات الحاسب الآلي والبطاريات الشمسية. وبعض المواد التي لا تسمح بطبيعتها للتيار الكهربي بالمرور خلالها من الممكن تحويلها إلى موصلات للكهرباء إذا صهرت أو أذيبت في سائل، وهذه الكيماويات تسمى الإلكتروليتات، ومثال ذلك أكسيد الألمونيوم فهذا الأكسيد الصلب لا يوصل الكهربية ولكن إذابته في سائل إلكتروليت يجعله موصلاً للكهرباء.

وهناك مواد أخرى لا تسمح بتوصيل الكهرباء حتى إذا تم صهرها أو إذابتها في سائل، وتسمى اللا إلكتروليتات وكثير من اللا إلكتروليتات مفيد كعوازل كهربية؛ حيث تمنع التيار الكهربي من المرور خلالها مثل البلاستيك والمطاط والسيراميك، وغالبا ما تستخدم كعوازل لاف الأسلاك والمنتجات الكهربية الأخرى.

كيف توصل الإلكتروليتات الكهرباء:

إن تخيل التوصيل الكهربائي على أنه تحرك الجزيئات المشحونة كهربيا يساعد على الفهم، ففي الفلزات يحمل التيار الكهربائي الإلكترونات ذات الشحنة السالبة.



شكل (٧ – ٤) تصنيف الموصلات والعوازل

حيث إن الإلكتروليتات تسمح بتوصيل الكهرباء؛ فيبدو أنها يجب أن تحتوي على جزئيات بها شحنات كهربية، وهذه الجسيمات تسمى الأيونات والإلكترليتات تسمى المركبات الأيونية لأنها مركبات مؤلفة من أيونات. وفي الإلكتروليت الصلب فالأيونات مثبتة في مكانها ولا تستطيع الحركة، وإذا كانت الأيونات ساكنة فلا يمكنها توصيل الكهرباء؛ حيث إن الكهرباء لا يمكن توصيلها بواسطة أيونات ثابتة، ولكن بواسطة أيونات متحركة، وبمجرد إذابة الإلكتروليت في سائل أو صهره فإن الأيونات تصبح حرة الحركة، وهذا يعني أن الكهرباء يمكن وصلها الآن (شكل ٧ – ٥).

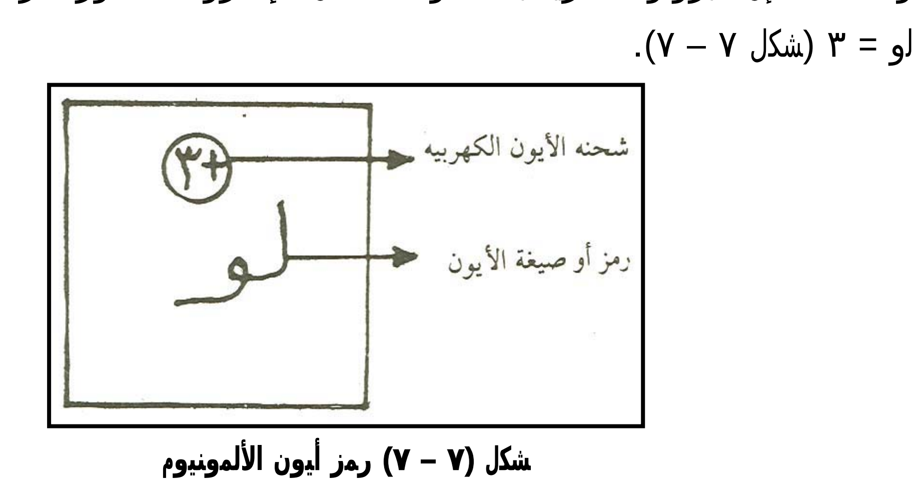
تفاصيل أكثر حول الأيونات:

كل الذرات في الأحوال العادية تحتوي على عدد معين من الشحنات الموجبة (البروتونات) وتتساوى مع الشحنات السالبة (الألكترونات) والشحنات الموجبة تتعادل مع الشحنات السالبة مما يضفي صفة التعادل الكهربي على الذرة. إن الأيونات هي ذرات أو مجموعات ذرية اكتسبت إلكترونات أو فقدت إلكترونات.

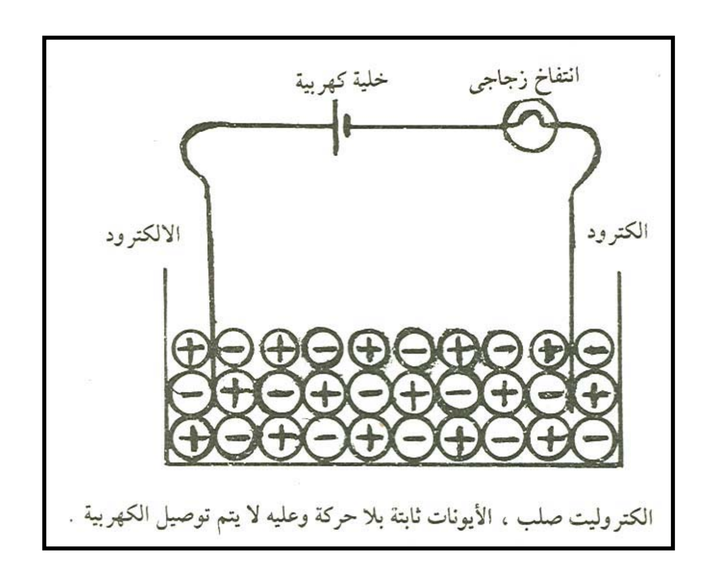
والذرات التي اكتسبت إلكترونات تكون "أيونات سالبة"، وعليه فعدد الإلكترونات يزيـد على عدد البروتونات. ومثال لأيون سالب أيون الأكسيد في أكسيد الألمونيـوم وهـذا الأيـون يحتوي على إلكترونين من ذرة الأكسجين، ولكن يحتوي على بروتوناته بدون زيادة، وهذا يعني أنه يحتوي على شحنتين سالبتين إضـافيتين. ولإيـضاح هـذا الأمـر فـإن رمـز الأكـسيد هو $^{١ - ٢}$ (شكل ٧ – ٦).

أما الذرات التي تفقد إلكترونات فتكون أيونات موجبة؛ حيث ينقص عـدد الإلكترونـات عن عدد البروتونات. وبعبارة أخرى فإن عدد الشحنات الموجبة أزيد.. ومثال للأيون الموجـب أيون الألمونيوم في أكسيد الألمونيوم.

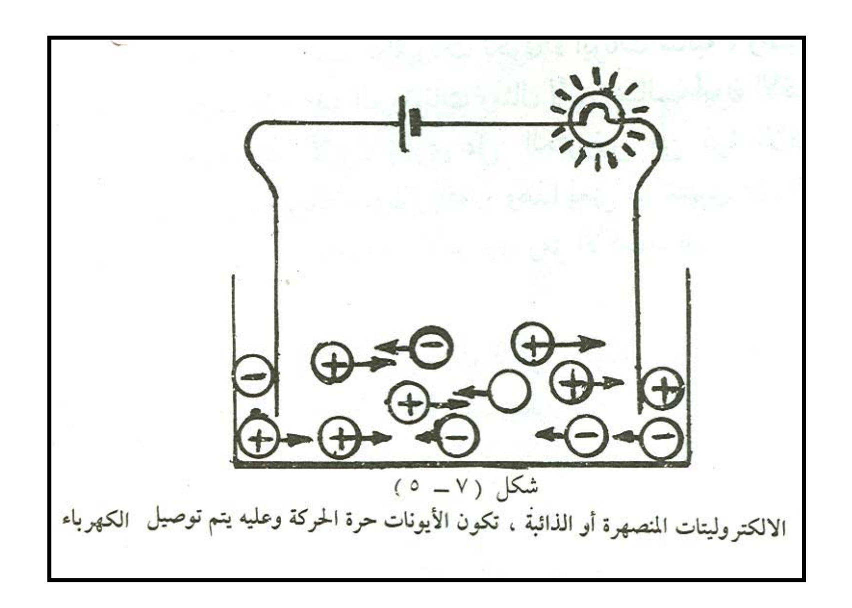
إن أيون الألمونيوم هو ذرة الألمونيوم فقدت ثلاثة إلكترونات ولكن بروتوناتها كما هي، ومعنى هذا إن البروتونات تزيد بثلاث وحدات عن الإلكترونـات، ورمـز أيـون الألمونيـوم لو = ٣ (شكل ٧ – ٧).



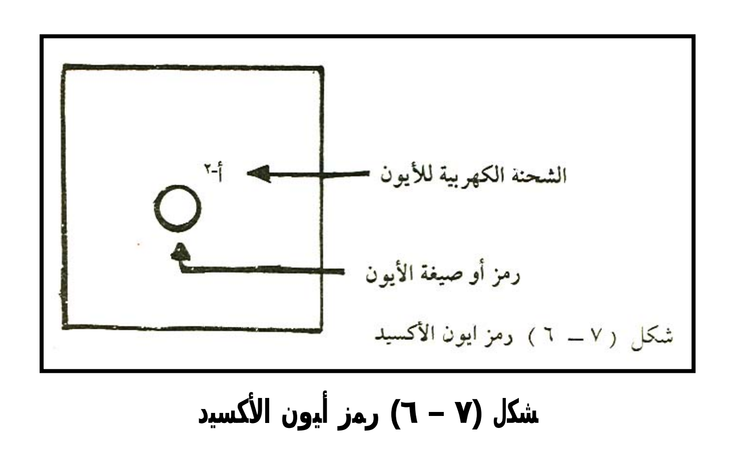
شكل (٧ – ٧) رمز أيون الألمونيوم



الكتروليت صلب ، الأيونات ثابتة بلا حركة وعليه لا يتم توصيل الكهربية .



شكل (٧ – ٥) الإلكتروليتات المنصهرة أو الذائبة، تكون الأيونات حرة الحركة وعليه يتم توصيل الكهرباء



شكل (٧ – ٦) رمز أيون الأكسيد

الأيونات والجدول الدوري:

الأيونات التي تتكون من بعض العناصر الشائعة مبينة في جزء من الجدول الدوري والنظام واضح؛ فالفلزات والهيدروجين يكونون أيونات موجبة بينما اللا فلزات تكون أيونات سالبة. ويمكن تفسير هذا بالنظر إلى ترتيب الإلكترونات في هذه الذرات والأيونات.

إن الغازات الخاملة في العمود الأيمن من الجدول لا تكون أيونات، ونادرا جدا ما تكون مركبات. ويمكن تفسير هذا بالقول بأن ذرات الغازات الخاملة لها مدارات إلكترونية كاملة، وعليه فهي مستقرة. إن ذرات الغازات الخاملة لا تفقد أو تكتسب إلكترونات، وعليه لا تكون أيونات.

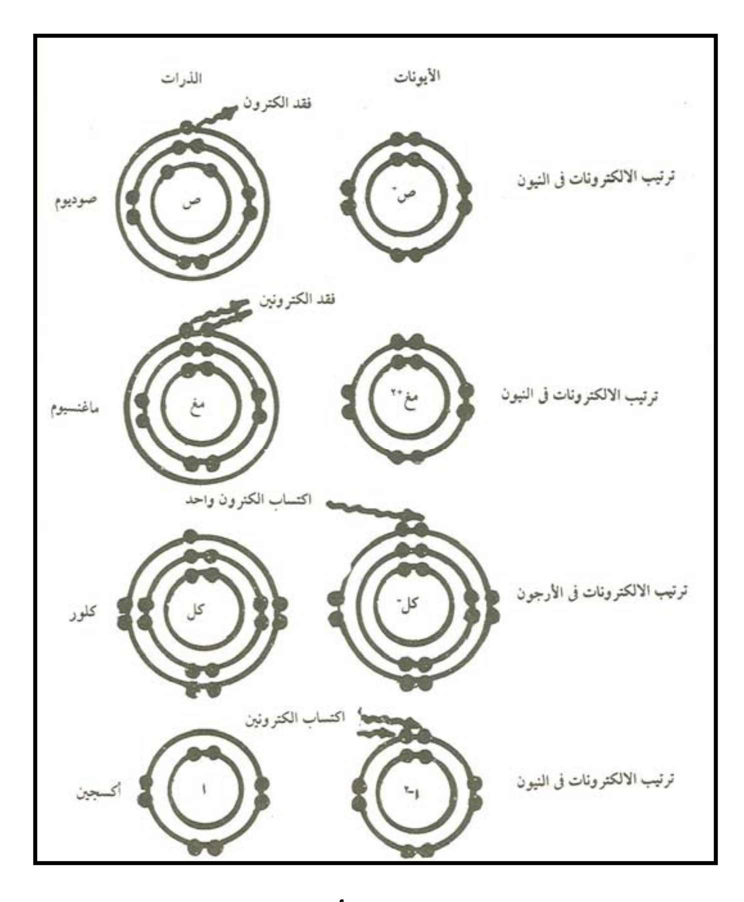
والعناصر في العمود الأول تشمل الهيدروجين والصوديوم وتكون أيونات أحادية الشحنة الموجبة، وذرات هذه العناصر لها إلكترون واحد في المدار الأخير فإذا فقدت هذا الإلكترون الوحيد فإن ترتيب الإلكترونات بها يصبح مستقرا مثل الغازات الخاملة، وهذا يعني أن إلكتروناتها أقل عن بروتوناتها بمقدار الوحدة، وعليه فهي أحادية الشحنة الموجبة في أيوناته.

أما عناصر المجموعة الثانية وتتضمن المغنسيوم فهي تكون الشحنة الموجبة وذرات هذه العناصر لها إلكترونان في مدارها الأخير، وبفقد هذين الإلكترونين تتكـون أيونـات مزدوجـة الشحنة الموجبة. وبنفس الطريقة يكون الألمونيوم أيونات ثلاثية الشحنة الموجبة لأن الألمونيـوم يفقد إلكتروناته الثلاثة الخارجية. والكربون لا يكون أيونًا رباعي الشحنة الموجبة كمـا نتوقـع، والسبب في ذلك أنه يحتاج إلى طاقة أكبر لإزالة إلكتروناته الأربعة سالبة الشحنة التي تتمـسك بها النواة موجبة الشحنة. والكربون يكون مركبات تساهمية والعناصر من العمود السابع بما فيها الكلور تكون أيونات بشحنة سالبة وحيدة والذرات لهذه العناصر لها سبعة إلكترونات في مدارها الخارجي وتكتسب إلكترونًا واحدا يعطيها الترتيب المماثل للغازات الخاملة؛ ولذا فهـي تكتـسب شحنة سالبة واحدة.

والعناصر في نفس العمود مثل الأكسجين تكون أيونات مزدوجة الشحنة السالبة؛ فهـي تكتسب إلكترونين لتصل إلى الثبات الإلكتروني للغازات الخاملة.

والأيونات التي تحمل ثلاث أو أربع شحنات سالبة نادرة التكوين لأن الشحنات الـسالبة ستتنافر معا علاوة على أن انجذاب هذه الإلكترونات للنواة يكون من الـضعف عليهـا بحيـث لا يمكنها من الاحتفاظ بهم.

وطريقة تكوين الأيونات بواسطة الذرات موضحة في شكل (٧ -٨).



شكل (٧ – ٨) تكوين الأيونات من الذرات

شرح التحليل الكهربي لأكسيد الألومنيوم:

عندما يوصل الإلكتروليت الكهربائي؛ فمعنى ذلك حدوث تغير كيميائي دائما، وأكسيد الألومنيوم النقي مسحوق أبيض اللون، وعندما توصل الكهرباء فإنه يتحول إلى فلز الألومنيوم وغاز الأكسجين، وما يحدث هو أن أيونات الألومنيوم وأيونات الأكسيد تحولت مرة ثانية إلى ذرات ألومنيوم وجزيئات أكسجين.

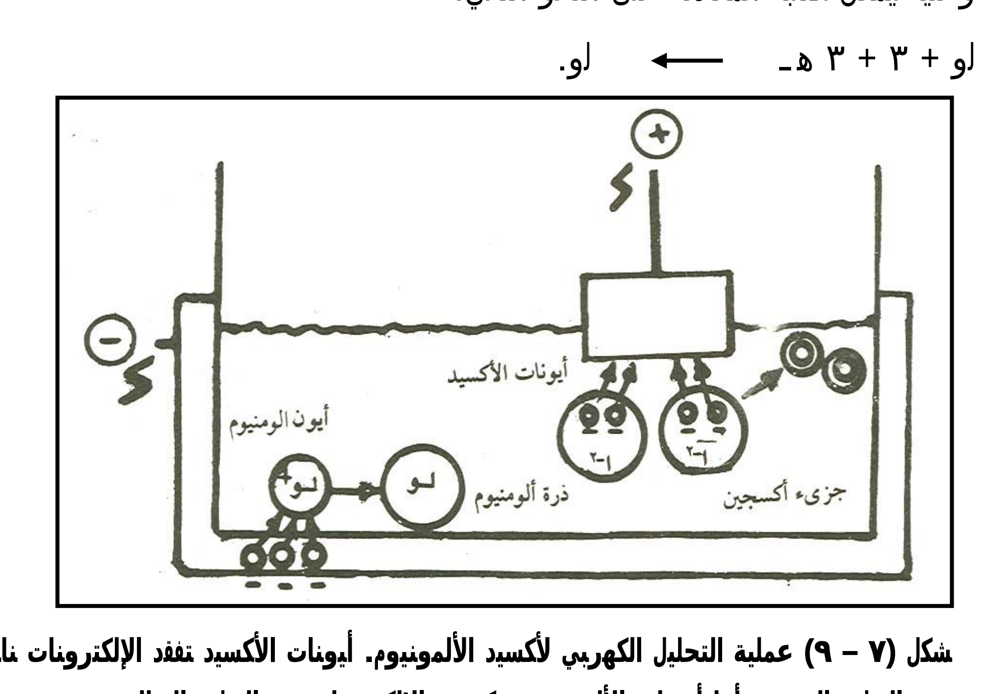
وأيونات الألومنيوم موجبة الشحنة فتنجذب إلى القطب السالب لأن الشحنات المتعاكسة تنجذب ناحية بعضها البعض، وكل أيون ألومنيوم يمنح ثلاثة إلكترونات عند القطب السالب، وهذه الإلكترونات الثلاثة تتعادل مع الشحنة الثلاثية الموجبة لأيون الألومنيوم، ويتحول الألومنيوم من حالته الأيونية إلى حالته الذرية؛ وهذا هو سر تكون الألومنيوم عند القطب السالب خلال عملية التحليل الكهربي (شكل ٧ – ٩).

وهذا يمكن وصفه بالمعادلات:

أيونات ألومنيوم + إلكترونات ⟵ ذرات ألومنيوم.

وعليه يمكن كتابة المعادلة على النحو التالي:

لو + ٣ + ٣ هـ ⟵ لو.



شكل (٧ – ٩) عملية التحليل الكهربي لأكسيد الألومنيوم. أيونات الأكسيد تفقد الإلكترونات ناحية القطب الموجب أما أيونات الألومنيوم فتكتسب الإلكترونات من القطب السالب.

أما أيون الأكسيد فسالب الشحنة وعليه ينجذب ناحية الموجب وهناك يفقد إلكتروناته الزائدة ليتحول إلى عنصر الأكسجين ثانية.

أيون الأكسيد – إلكترونات ⟵ جزيئات أكسجين.

ويحتوي جزيء الأكسجين على ذرتين فيتحد أيونان للأكسيد معا لتكوين جزيء أكسجين واحد، وكل من أيوني الأكسيد يفقد إلكترونين:

٢ أ$^{-٢}$ – ٤ هـ ← أ$_{٢}$.

الألمونيوم: الذئب في قطيع الأغنام:

إن السبب في كون الألمونيوم فلزا نافعا هو عدم تآكله بيسر، وأكبر مشكلة تواجه الحديد والفولاذ أنهما يتفاعلان مع الماء والأكسجين في الهواء، وبالتالي يصدآن. والألمونيوم يحتل مرتبة متقدمة في سلسلة الجهود الكهروكيميائية عن الحديد، وعليه فمن المحتمل أن يتآكل بسرعة أكبر، وهذا أمر متوقع. وحقيقة إن الألمونيوم يتفاعل بسرعة مع أكسجين الهواء مكونًا طبقة أكسيد تغطي الفلز وتحمي الطبقات السفلية من توالي عمليات الأكسدة (الصدأ)، وحتى لو تم خدش سطح الألمونيوم فإن الطبقة العلوية ستتفاعل مع أكسجين الهواء مكونة طبقة جديدة من أكسيد الألمونيوم.

الاستفادة من نشاط الألمونيوم:

أمكن الاستفادة من نشاط الألمونيوم في طريقة خاصة للحام الفولاذ وتسمى اللحام بالثرميث؛ حيث يستخدم خليط من برادة الألمونيوم وأكسيد الحديد، ويوضع بين قطعتي فولاذ يراد لحامهما، ويبدأ التفاعل بإشعال مصهر من المغنسيوم، وعند التفاعل يستنفد الألمونيوم أكسجين أكسيد الحديد لأن الألمونيوم يفوق الحديد في نشاطه، وينتج عن هذا التفاعل أكسيد الألمونيوم والحديد وهذا التفاعل طارد للحرارة بدرجة كبيرة تكفي لصهر الحديد.

وعندما يبرد الحديد يتصلب محدثًا لحام قطعتي الحديد معا كالآتي:

الألمونيوم + أكسيد الحديد ← حديد + أكسيد الألمونيوم

٢ لو + ح$_{٢}$ أ$_{٣}$ ← ٢ ح + لو$_{٢}$ أ$_{٣}$.

ويستخدم النشاط الفائق للألمونيوم لاستخلاص فلز مثل الكروم من خامه، والألمونيوم أكثر نشاطًا من الكروم وعليه يمكن استخلاص الكروم بتسخين الألمونيوم مع أكسيد الكروم.

ألمونيوم + أكسيد الكروم ← كروم + أكسيد الألمونيوم.

الألمونيوم المأنود:

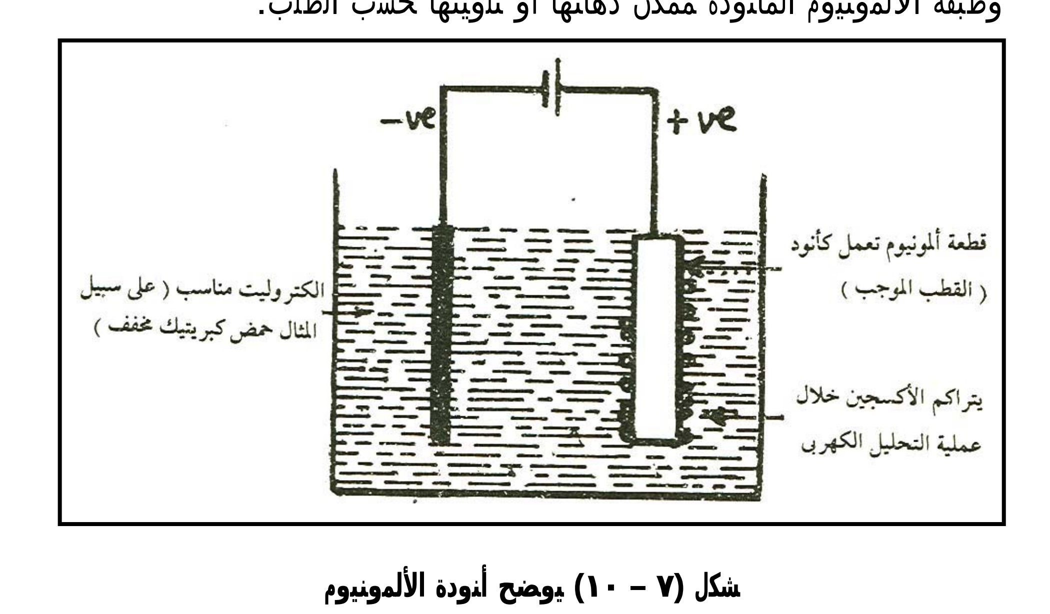
إن سمك طبقة أكسيد الألمونيوم يمكن تعمد زيادتها لتعطي حماية زائدة ضد التآكل، فإذا ما دعاك بائع نوافذ الألمونيوم أو صاحب معرض منتجات الألمونيوم المستخدمة في المنازل فستشاهد يقينًا الإعلان "الألمونيوم المانود".

والأنودة:

طريقة زيادة سمك أكسيد الألمونيوم بالتحليل الكهربي، ويتم ذلك بتوصيل قطعة الألمونيوم للقطب الموجب لمصدر جهد كهربي مع غمسها في خلية تحليل كهربي تحتوي على

محلول حمض كبريتيك مخفف، مع إمرار التيار الكهربي خلال الإلكتروليت. وخـلال عمليـة التحليل الكهربي يتجمع الأكسجين عند قطب الألمونيوم (شكل ٧ – ١٠) ويتفاعل الأكسجين مع الألمونيوم، وتزداد طبقة أكسيد الألمونيوم، وازدياد الوقاية معناه زيـادة سـمك طبقـة أكـسيد الألمونيوم، والتي تعطي مظهرا أنيقًا لمنتجات الألمونيوم.

وطبقة الألمونيوم المأنودة ممكن دهانها أو تلوينها حسب الطلب.



شكل (٧ – ١٠) يوضح أنودة الألمونيوم

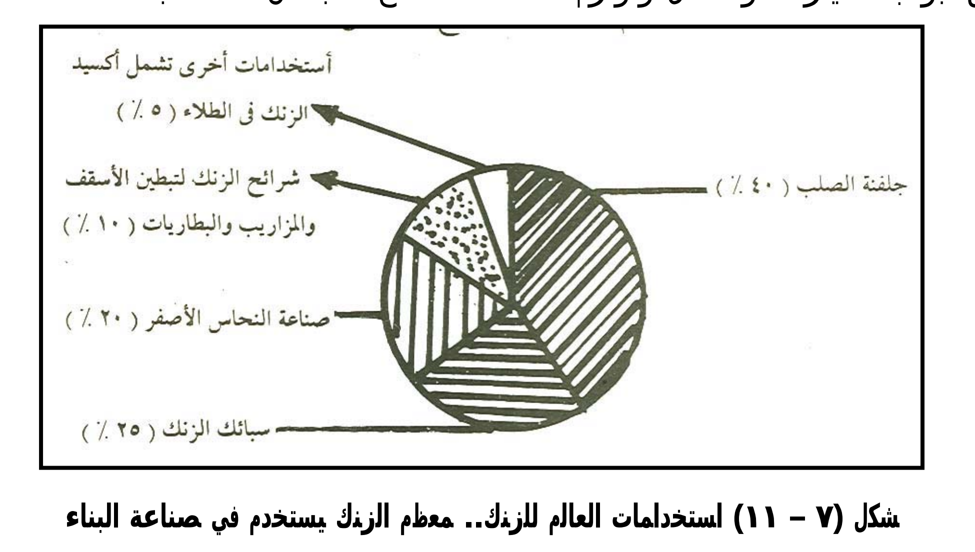
الزنك:

إن الزنك فلز نشيط تماما، ويقـع بـين الألمونيـوم والحديـد فـي سلـسلة الجهـود الكهروكيميائية، وعليه فمن العسير استخلاص الزنك من خاماته. لقد تم اكتشاف الزنك كفلز نقي منذ ٢٠٠ عام، واستخدم في سبائك منذ مئات الأعوام.. وعلى سبيل المثال اسـتخدم الرومـان سبيكة الزنك المعروفة باسم "النحاس الأصفر"، وتحتوي على حـوالي ٦٠ % نحـاس، ٤٠ % زنك.

استخدامات الزنك:

إن أهم استخدامات الزنك هو تغطية الصلب لمنع صدئه، ومعدل تآكل الزنـك بالنـسبة للصلب من ١٠ إلى ٥٠ مرة أبطأ من الصلب، ومن الممكن بطبقة زنك رقيقة حمايـة الفـولاذ حماية طيبة. وتتم عملية الحماية بواسطة الجلفنة بغمس الفولاذ في زنك منصهر، وبالرغم مـن ذلك فعملية الجلفنة ليست ملائمة دائما، وعليه تستخدم طرق أخرى. وهذه الطرق تعتمـد علـى الطلاء الكهربي أو رش الزنك المنصهر على الفولاذ، وأغلب الفولاذ المجلفن (المغطى بالزنك) يستخدم في صناعة البناء. إن حوالي $\frac{1}{4}$ إنتاجنا من الزنك يحول إلى قوالـب سـبائك الزنـك. والقولبة هي تشكيل كتلة الفلز لأداء غرض معين، والزنك من أنسب الفلزات لهذا الغـرض لأن

الكثير من الأغراض يمكن عملها بسرعة وبطريقة يعتمد عليها. وهناك عدة أشياء مألوفة تشمل مقابض أبواب السيارات والأقفال ولوازم الحمامات تصنع غالبا من هذه السبائك.



شكل (٧ – ١١) استخدامات العالم للزنك.. معظم الزنك يستخدم في صناعة البناء

وصناعة النحاس الأصفر هي أهم استعمالات الزنك وللنحاس الأصفر مقاومة طيبة ضد التآكل وموصل جيد للكهرباء، ويستخدم في السباكة الصحية وأغراض الكهرباء. إن كمية كبيرة من الزنك تستخدم في صورة شرائح والأخيرة تستخدم في أعمال الأسقف وصناعة المزاريـب (ماسورة تستخدم لتصريف المياه)، والسبب أن الزنك يتآكل ببطء.. وحجر الطـورش العـادي (بطارية الراديو) يحتوي على شرائح صغيرة من الزنـك.. والاسـتخدامات الرئيـسية للزنـك موضحة بالشكل (٧ – ١١).

استخلاص الزنك:

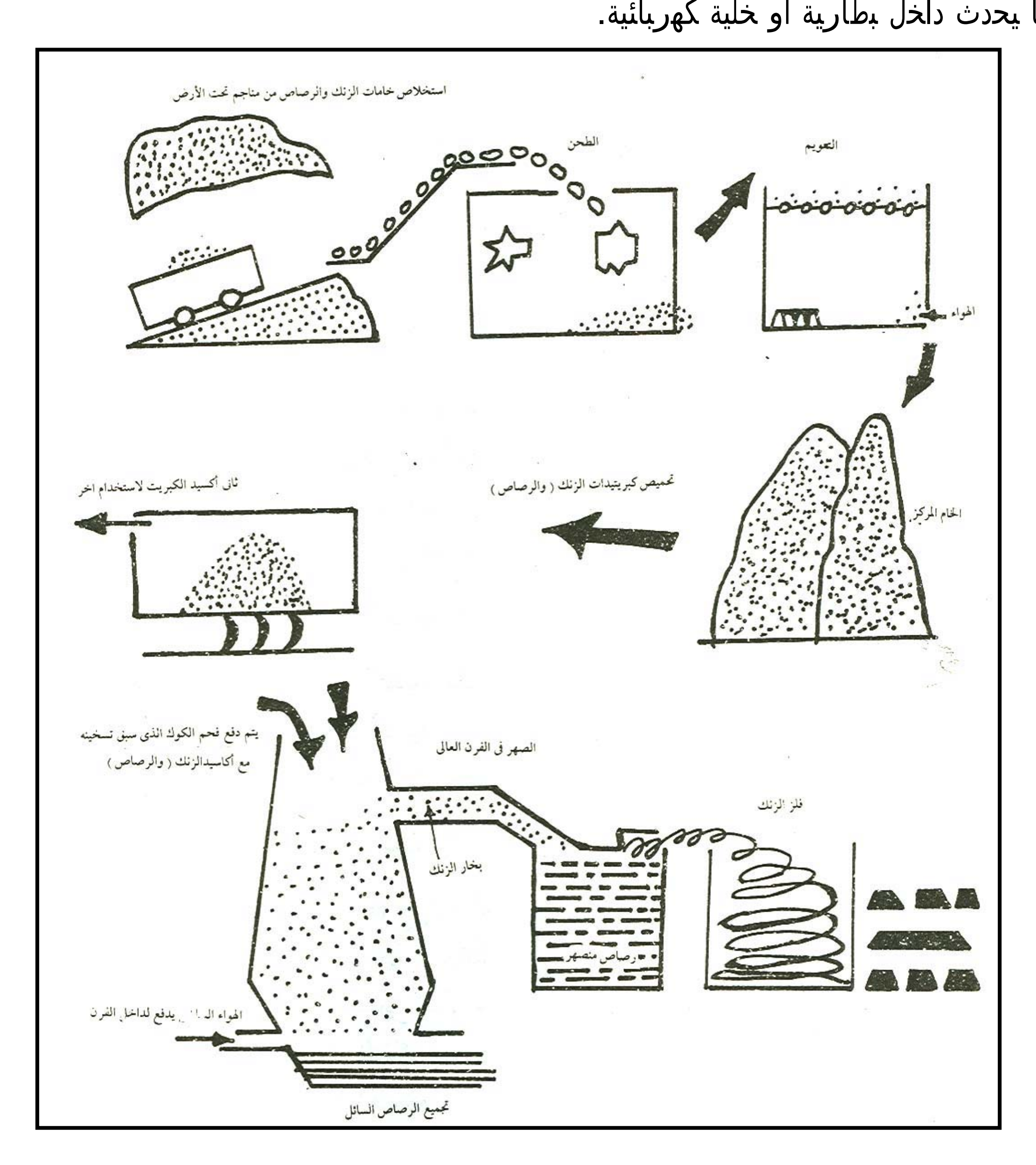
بالرغم من أن الزنك فلز نشيط إلا أنه يمكن استخلاصه بالاختزال الكربوني شأنه فـي ذلك شأن الحديد، وهو أدنى منه في سلسلة الجهود الكهروكيميائية. وبالرغم مـن ذلـك فغالبـا ما يستخلص بالتحليل الكهربي مثل الألومنيوم؛ حيـث يعلـوه مباشـرة فـي سلـسلة الجهـود الكهروكيميائية. وأيا كانت الطريقة المستخدمة فيتم تحويل خليط الزنك أولاً لأكسيد الزنك، ويتم ذلك بتسخين الخام بشدة في الهواء.

كبريتيد الزنك + أكسيد ⟵ أكسيد الزنك + ثاني أكسيد الكبريت.

ونظرا لارتفاع درجة حرارة الفرن يتحول الزنك إلى غاز يمكن تكثيفه فـي رذاذ مـن الرصاص المنصهر، ومخلوط الزنك والرصاص يبرد فينفصل الزنك منه، وهذه الطريقة تسمى الطريقة الإمبراطورية للصهر، وقد ابتكرت في المملكة المتحدة لاستخلاص الزنك والرصـاص في نفس الوقت. وخامات الزنك والرصاص غالبا ما تتواجد معا، وعليه فالطريقة نافعة لهما معا (شكل ٧ – ١٢) وبطريقة أخرى يمكن إذابة أكسيد الزنك في حمض الكبريتيك وتحليله كهربيا.

الزنك في البطاريات:

يمكن للكهرباء إحداث تغيير كيميائي إذا ما تـم إمرارهـا خـلال إلكتروليـت، وهـذا ما يعرف باسم التحليل الكهربي. ومن الممكن استخدامها في استخلاص الفلزات النـشيطة مثـل الألمونيوم أو الزنك من خاماتهم. ومن المحتمل أن يولد التغييـر الكيميـائي كهربيـة، وهـذا ما يحدث داخل بطارية أو خلية كهربائية.



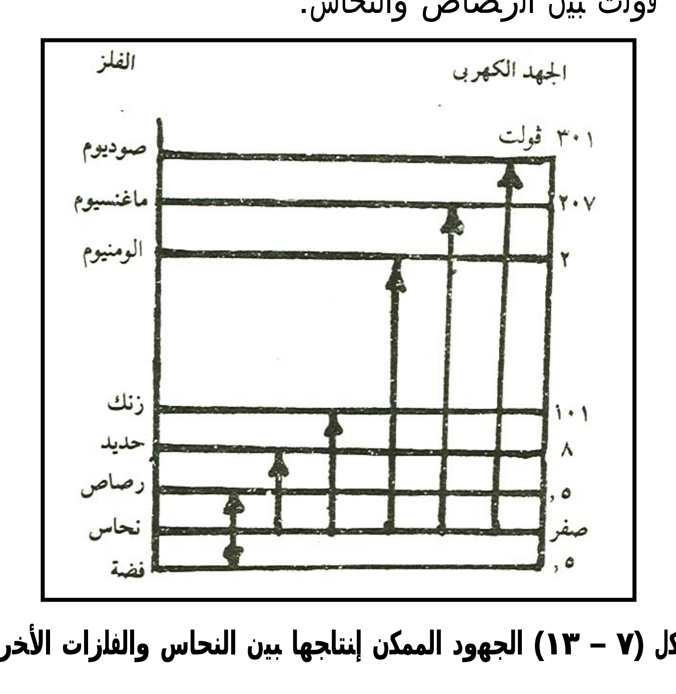
شكل (٧ – ١٢) استخلاص الزنك (والرصاص) باستخدام طريقة الصهر الإمبراطورية

الزنك في البطاريات:

يمكن للكهرباء إحداث تغيير كيميائي إذا ما تـم إمرارهـا خـلال إلكتروليـت، وهـذا ما يعرف باسم التحليل الكهربي، ومن الممكن استخدامها في استخلاص الفلزات النـشيطة مثـل الألمونيوم أو الزنك من خاماتهم. ومن المحتمل أن يولد التغييـر الكيميـائي كهربيـة، وهـذا ما يحدث داخل بطارية أو خلية كهربائية.

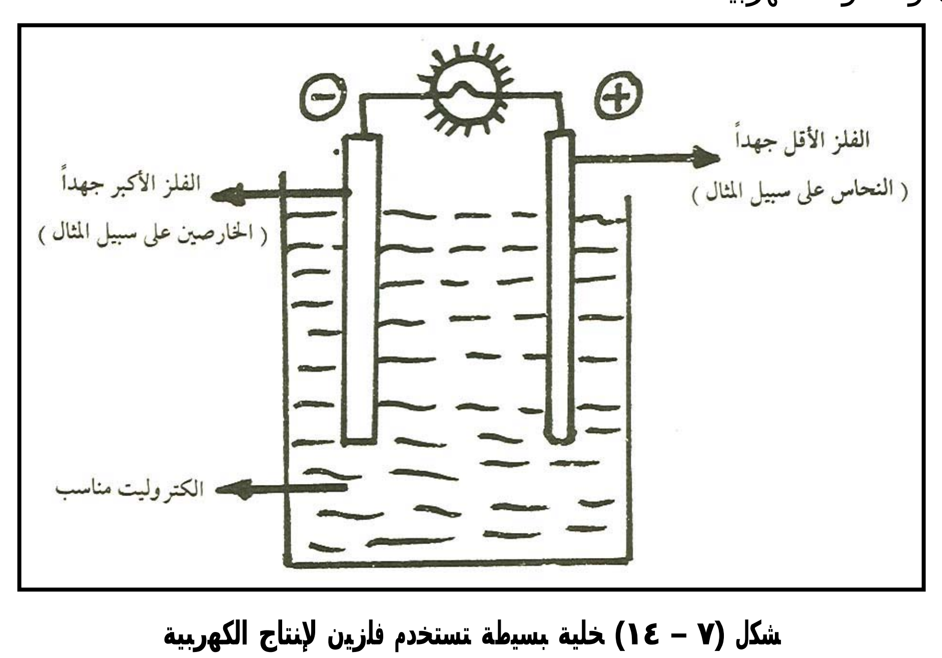
استخدام الكيماويات لإنتاج الكهربية:

عند وضع فلزين مختلفين في إلكتروليت وتوصيلهما بسلك سينشأ بينهما جهد كهربـي، وسيسري تيار كهربي في السلك. وعموما فكلما ازداد الفرق بين الفلزين فـي سلـسلة الجهـود الكهروكيميائية ازداد الجهد الكهربي المتكون. فعلى سبيل المثال يتكون الجهـد الكهربـي بـين الزنك والنحاس ١,١ فولت بين الرصاص والنحاس.



شكل (٧ – ١٣) الجهود الممكن إنتاجها بين النحاس والفلزات الأخرى

والقطب الموجب هو الفلز الأقل نشاطًا بينما القطب السالب هو الفلز الأكثر نشاطًا (شكل ٧ – ١٤) والفلز الأكثر نشاطًا يذوب بمجرد سريان الكهربية، وعند ذوبانه تماما يتوقف التفاعل الكيماوي ولا تتولد الكهربية.

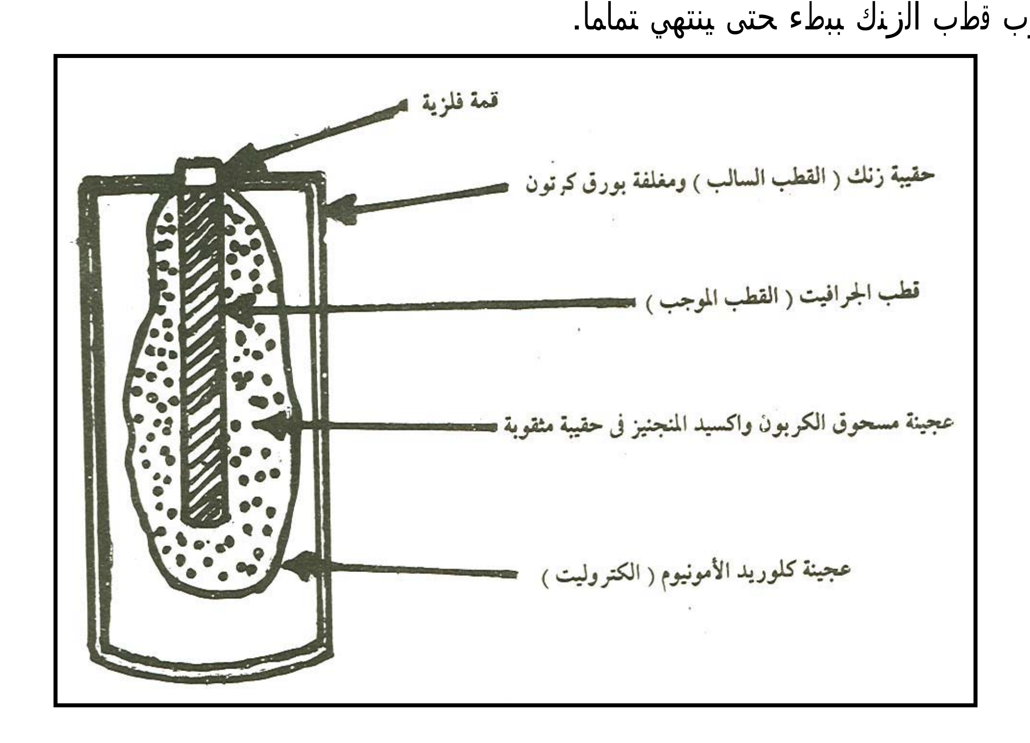


شكل (٧ – ١٤) خلية بسيطة تستخدم فلزين لإنتاج الكهربية

الخلايا الأولية:

إن الخلية الأولية هي بطارية لا يمكن إعادة شحنها، وبانتهاء التفاعل الكيميائي تصبح البطارية عديمة الجدوى، ومن بين كل الفلزات فإن الزنك هو أكثر الفلزات شيوعا في هذا النوع من البطاريات. والزنك يمثله القطب السالب بينما القطب الموجب لا فلز كما هو قائم في كل الخلايا الأولية، والكربون في صورة الجرافيت يمثل القطب السالب، وشكل (٧ – ١٥) يوضح مخططًا لخلية أولية.

والنوع الحديث من الخلية الأولية يستخدم مسحوق الزنك بدلاً من عمود زنك، وهذه الخلية غالية الثمن نسبيا وعليه تنتج جهدا كهربيا أكبر، وكلتا الخليتين تعملان بنفس الطريقة ويذوب قطب الزنك ببطء حتى ينتهي تماما.



شكل (٧ – ١٥) يوضح الخلية الأولية "الخلية الجافة" المستخدمة في الكشافات أو حجارة الراديو

الرصاص:

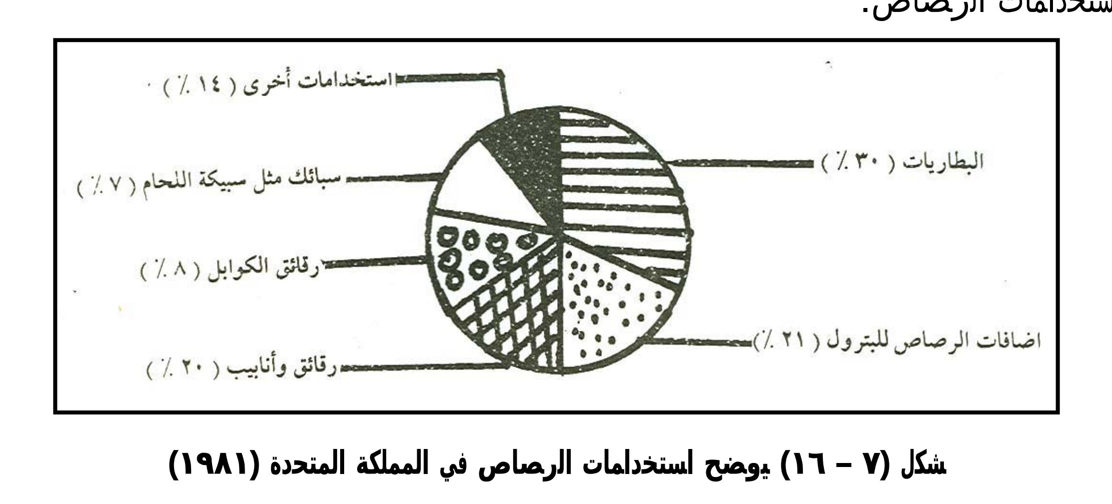
عرف الإنسان الرصاص منذ زمن طويل، واستخدمه لسهولة استخلاصه من خاماته، واستخدمه الرومان في صناعة أنابيب الماء والموازين، ومركبات الرصاص استخدمت في الطلاء منذ آلاف الأعوام، وهذه البويات تستخدم بحذر هذه الأيام لأن مركبات الرصاص سامة، وأصبح محظورا في المملكة المتحدة طلاء لعب الأطفال باستخدام بويات الرصاص.

استخدامات الرصاص:

يختلف الرصاص عن كل الفلزات الشائعة لكونه طريا وقوة شده محدودة، وهذا يعني أن استخداماته محدودة عن الفلزات الأكثر صلابة والأشد بأسا مثل الحديد والألومنيوم والزنك والنحاس.

وأكبر استخدامات الرصاص تتم في مراكم الشحن، ومعظم العربات التي تجري على الطرق تستخدم هذه البطاريات لبدء الحركة، ثم الاندفاع، ولتشغيل الأجهزة الكهربية بها. وبعض العربات مثل المنصات العائمة تحصل طاقاتها من بطاريات الرصاص لا من البترول.

وفي بريطانيا ودول أخرى كثيرة يتم إضافة مركبات الرصاص للبترول بغرض مساعدة الوقود على احتراق أفضل، وهذا يسبب مشاكل التلوث. وبالرغم من أن الرصاص طري وهش فهو يقاوم التآكل بدرجة كبيرة؛ ولهذا السبب تستخدم رقائق الرصاص في الأسقف ومواسير الرصاص في نقل الماء. وبعض الرصاص يذوب في الماء اليسر، وبما أن مركبات الرصاص سامة لذلك يجب عدم استخدام الرصاص في نقل ماء الشرب، وشكل (٧ – ١٦) يبين أهم استخدامات الرصاص.



شكل (٧ – ١٦) يوضح استخدامات الرصاص في المملكة المتحدة (١٩٨١)

سبائك الرصاص:

إن درجة انصهار الرصاص منخفضة بالنسبة لكونه فلزا، ومن الممكن مزجه مع فلزات أخرى للحصول على سبائك خاصة ذات درجات انصهار أكثر انخفاضا. وسبيكة اللحام مثال على ذلك وتتكون من الرصاص والقصدير، ومن المحتمل احتواؤها على فلزات أخرى غير ذلك، وتوضع هذه السبيكة بين قطعتي فلز وتسخن حتى تنصهر، وعندما تبرد تتصلب وتلحم قطعتي الفلز معا. والأسلاك في أجهزة التليفزيون والراديو ومحركات الكهرباء تلحم بالطريقة السابقة ذكرها. والآن أصبح ميسورا الكثير من سبائك اللحام، ومن الممكن استخدامها في لحام مواد مثل الزجاج والسيراميك، ومواسير النحاس المستخدمة في نقل الماء غالبا ما تلحم بالرصاص، وهذا يسبب تلوث مياه الشرب.

وهناك سبيكة رصاص غير مألوفة تستخدم في رشاشـات المـاء لإطفـاء الحرائـق، والمستخدمة في المحلات متعددة الطوابق والمصانع والمكاتب؛ وهذه السبيكة تسمى فلز الخشب، وهي خليط من الرصاص والبزموث والقصدير والكادميوم، ودرجة انصهارها ٧٠ ^{0}م أقـل مـن درجة غليان الماء، ويتم لحام الرشاش بسبيكة الخشب، وعند نشوب حريـق تنـصهر الـسبيكة وينساب الماء ليطفئ الحريق.

الرصاص في البطاريات:

إن بطارية السيارة تختلف عن البطارية الزنك أو الخلية الأولية، فمن الضروري شـحن بطارية السيارة قبل استخدامها، ويتم هذا بإمرار تيار كهربي خلالها، وخلال عملية الشحن هـذه يتم تخزين طاقة كهربية، ويمكن استخدام هذه الطاقة فيما بعد لبدء تـشغيل الـسيارة أو إنـارة كشافاتها. وبطارية السيارة هذه تسمى الخلية الثانوية؛ حيث إنه لا يمكن استخدامها مباشرة مثـل الخلية الأولى.

وأقطاب بطارية السيارة من الرصاص، وتغمس في إلكتروليـت "حمـض الكبريتيـك"، ويحدث تفاعل معقد تماما يكون من نتيجته توليد طاقة كهربية، ويستنفد حمض الكبريتيك خـلال عمل البطارية، ويمكن قياس تركيزه للتعرف على حاجة البطارية لإعادة الشحن مـن عدمـه. والبطاريات سبيل جيد لاستهلاك الرصاص لأن معظم الرصاص ممكن إعادة اسـتخدامه بعـد انتهاء عمر البطارية، وحوالي ٨٠ % من رصاص البطاريات يعاد تصنيعه في المملكة المتحدة.

النحاس (نح):

إن النحاس هو أقدم فلز عرفه الإنسان ومن المحتمل أن يكـون الإنـسان قـد اسـتخدم النحاس منذ ١٠,٠٠٠ عام بينما استطاع المصريون صناعة السكاكين والزينات النحاسـية منـذ ٨٠٠٠ عام.

استخدامات النحاس:

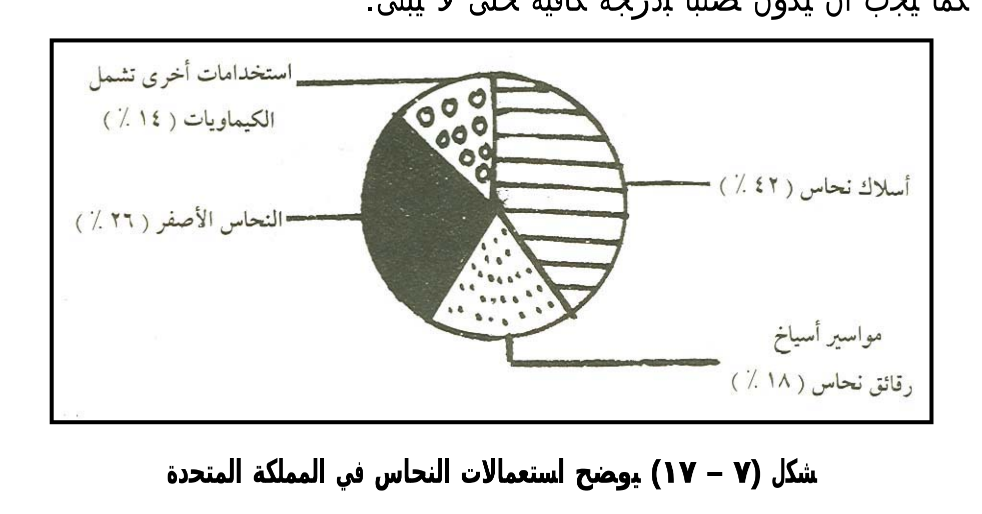
إن النحاس يلي الفضة من حيث التوصيل للكهرباء؛ لذا فهو موصل جيد للكهرباء ولكن الفضة أغلى ثمنًا منه، وقد تزايدت استخدامات النحاس بكثرة هائلة بعد عام ١٨٥٠ حـين بـدأ شيوع استخدام الكهرباء، وهناك خصائص أخرى للنحاس كثيرة تجعله مفيدا في صناعة أسـلاك الكهرباء، فهو طري وقابل للسحب إلى أسلاك بيسر، ويمكن لحامه بسهولة ولا يتآكل بـسرعة، وهو موصل جيد للحرارة؛ ولذا يعتبر اختيارا جيدا لصناعة قواعد أواني الطهي؛ حيث تنـساب الحرارة بالتساوي وبسرعة لكل الطعام، والنحاس فلز خامل وهذا هو السبب في بطء تآكله، فهو لا يتفاعل مع الماء وعليه يمكن استخدامه في مواد التسقيف أو السباكة، كذلك فإن مواسير الماء

الساخن والبارد -ربما في ذلك مواسير التسخين المركزي- غالبا ما تصنع من النحاس، والنحاس النقي فلز طري جدا، والسبائك النحاسية هي الأكثر صلابة واستخداما.

سبائك النحاس:

إن البرونز والنحاس الأصفر هما سبيكتا النحاس الرئيسيتان، وتتكون الأولى من ٩٠ % نحاس، و١٠ % قصدير، وتصنع منها الأدوات الكبيرة مثل رفاصات السفن، ويمكن صب البرونز المنصهر في قوالب حسب الطلب، ثم لا يلبث أن يتجمد معطيا الشكل المطلوب.. وتماثيل البرونز تصنع بنفس الطريقة.

أما النحاس الأصفر فهو سبيكة ٦٠ % نحاس، ٤٠ % زنك، وحوالي ربع إنتاج العالم من النحاس يوجه لصناعة النحاس الأصفر سنويا، وهناك تفصيلات أكثر حول النحاس الأصفر، كما تستخدم سبائك النحاس في عمل العملة.. وفلز العملة يجب أن يكون طريا بدرجة كافية لطبع العملة، كما يجب أن يكون صلبا بدرجة كافية حتى لا يبلى.



شكل (٧ – ١٧) يوضح استعمالات النحاس في المملكة المتحدة

وسبائك النحاس ملائمة لذلك الغرض، وتتكون العملات النحاسية من سبيكة يدخل في تركيبها النحاس والقصدير والزنك، أما العملات الفضية فتتكون من سبيكة النحاس والنيكل.

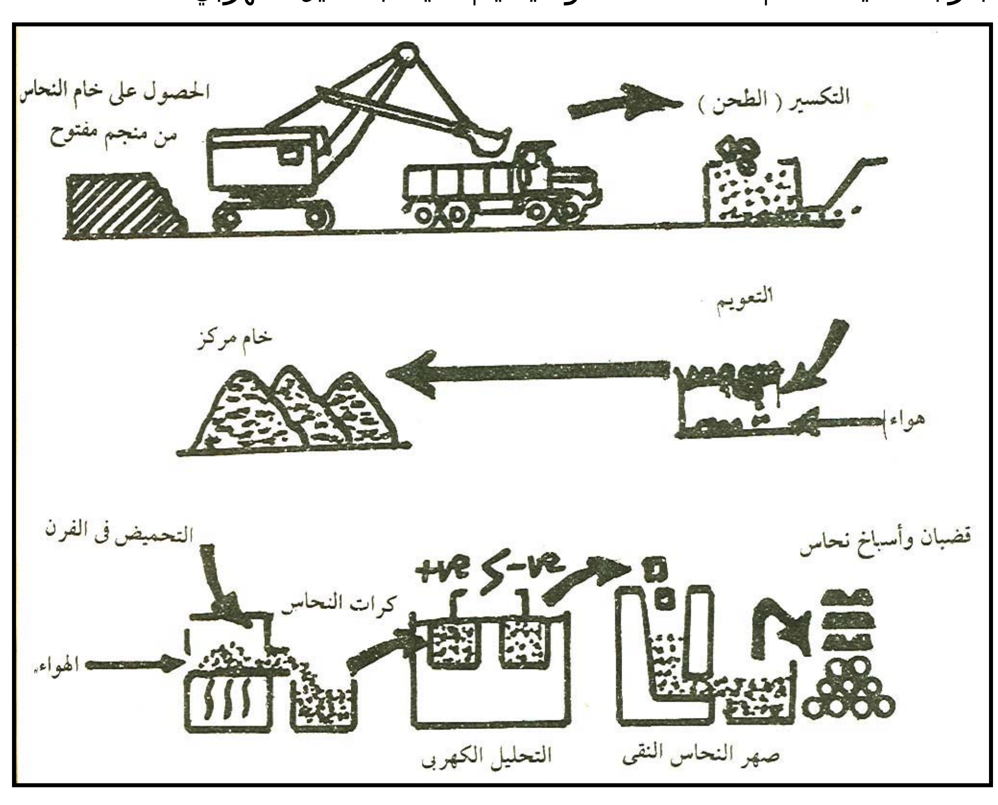
خامات النحاس:

إن كبريتيد النحاس هو أكثر خاماته شيوعا، وأحيانًا توجد كتل النحاس في الخام ويسمى النحاس الطبيعي؛ لأن النحاس خامل جدا وغير نشيط. والنحاس الطبيعي نادر الوجود تماما؛ ولذا فلا يستحق التعدين من أجله فقط. وهذه الخامات تكلف الكثير عند استخراجها بطريقة التعدين السطحية؛ إذ ينبغي إزالة كميات هائلة من الصخور والتربة للحصول على قدر ضئيل من النحاس. ومن الأمور المكلفة للغاية إعادة ردم المنجم مرة أخرى، وهذا ما لا يتم، وهذا يعني أن مسطحات كبيرة من الأراضي يتم تدميرها. ولإعداد منجم "بوجانفيل" في جزر سليمان تم إزالة حوالي ٤٠ مليون طن من الأتربة والغابات، كما تم إلقاء ٤٠٠ مليون طن من مواد التعدين

في وادٍ قريب، وتم سد المجاري المائية وردم الشريط الساحلي. وبعض الدول النامية مثل شيلي وزائير تعتمد في أغلب دخلها على خام النحاس، فإذا ما انخفض ثمنه ستعاني هذه الدول من مشاكل خطيرة؛ فهذه الدول لها نفس مشاكل الدول التي تنتج خام الألمونيوم، والمملكة المتحدة اعتادت توريد أكثر من نصف خام النحاس العالمي، ولكن خاماتها نضبت. والآن تمد بلدان مثل أمريكا وكندا وروسيا وشيلي وزائير العالم بمعظم النحاس. وبعض الناس قدر أن النحاس سينضب تماما خلال فترة حياتنا، ومن المحتمل ألا يحدث هذا لاحتمال اكتشافات خامات جديدة، وحتى إذا لم ينضب النحاس بهذه السرعة فمن المحتمل ارتفاع سعره، وسيكون هناك المزيد من تدمير البيئة، طالما أن الناس تبحث عن الخامات الأفقر.

استخلاص النحاس:

تماما كما يحدث في معالجة خام الزنك يجب أولاً طحن خام النحاس وفصله بطريقة التعويم، ثم يتم تحميض خام النحاس المنقى في الهواء، وبهذا يتم حرق الكبريت في كبريتيد النحاس كما تحرق الشوائب مثل الحديد، وما يتبقى من نحاس يسمى النحاس المحبب حيث يبدو النحاس كما لو كانت عليه بثور تغطيه. وهذا النحاس يتكون من ٩٨ % نحاس نقي، ولكنه ليس ملائما بدرجة كافية لمعظم الاستخدامات، وعليه يتم تنقيته بالتحليل الكهربي.



شكل (٧ – ١٨) استخلاص النحاس

التحليل الكهربي يعطينا نحاسا نقيا:

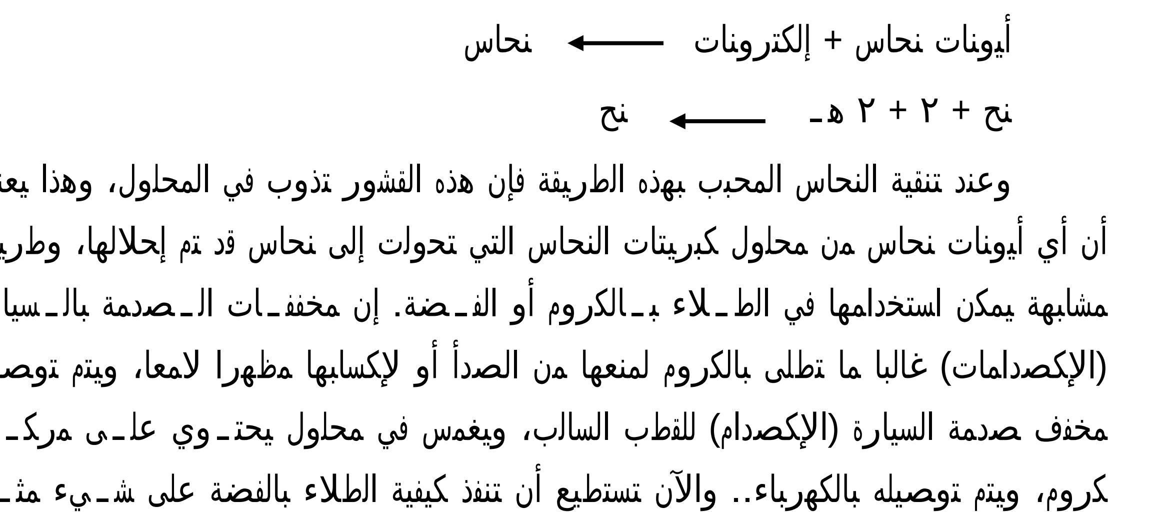
إن بلاطات النحاس القشري زنة الواحدة ٣٠٠ كجم يتم غمسها في محلول كبريتات النحاس، ويتم توصيل البلاطات إلى القطب الموجب لمصدر الكهرباء، وهذا يعني أن النحاس المحبب أصبح هو القطب الموجب، بينما يكون القطب السالب عبارة عن رقائق نحاس نقي، وعند مرور التيار الكهربي يذوب النحاس المحبب ببطء، وفي نفس الوقت يترسب مزيد من النحاس على شرائع النحاس، وما يحدث هو انتقال النحاس من البلاطات إلى شرائح النحاس، ويتناقص النحاس النقي وينصهر ويشكل أسلاكًا أو قضبانًا، وتترسب أي شوائب عالقة بالنحاس المحبب في خزانة التحليل الكهربي، وهذه الشوائب تحتوي على معادن مثل الذهب والفضة والبلاتين الثمينة (شكل ٧ – ١٨).

شكل (٧ – ١٩) تنقية النحاس بعملية التحليل الكهربي

الطاقة الكهربية للنحاس وفلزات أخرى:

إن تنقية النحاس بالتحليل الكهربي هي مثال لعملية الطلاء الكهربي، وهي تعني تكوين طبقة من فلز على شيء ما باستخدام التحليل الكهربي.

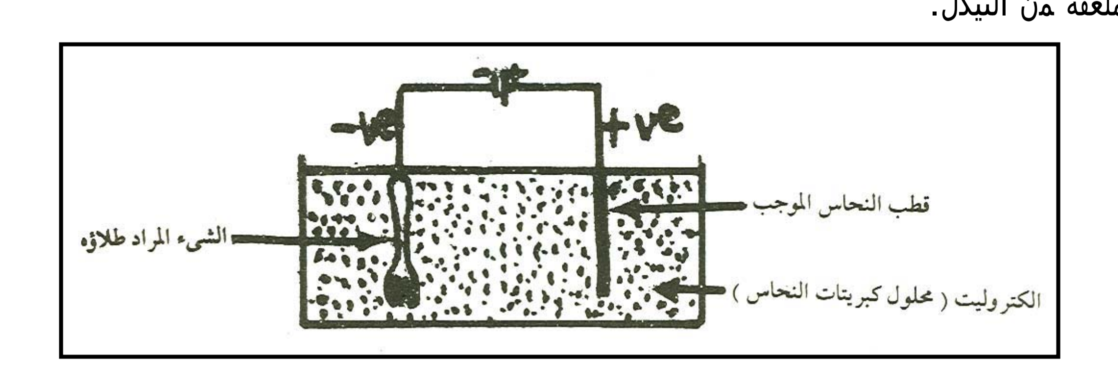
إن القطب السالب هو الجسم المراد طلاؤه وعند تنقية النحاس بالطلاء الكهربي فإن القطب السالب يبدو كما لو كان بلاطة نحيفة من النحاس النقي، ومزيد من النحاس النقي يترسب عليها. أما القطب السالب فيغمس في محلول يحتوي على مركب للفلز المراد طلاؤه. وعلى سبيل المثال إذا طلب طلاء النحاس فإن محلول كبريتات النحاس يكون مناسبا، وخلال عملية الطلاء تتجه أيونات النحاس الموجبة للقطب السالب حيث تكتسب إلكترونات وتتحول إلى ذرات نحاس تغطي الإلكترود السالب (شكل ٧ – ٢٠)، وهذا ما يمكن توضيحه بمعادلة بسيطة (قارن هذه المعادلة بمعادلة استخلاص الألمونيوم).



أيونات نحاس + إلكترونات ⟵ نحاس

نح + ٢ + ٢ هـ ⟵ نح

وعند تنقية النحاس المحبب بهذه الطريقة فإن هذه القشور تذوب في المحلول، وهذا يعني أن أي أيونات نحاس من محلول كبريتات النحاس التي تحولت إلى نحاس قد تم إحلالها، وطريقة مشابهة يمكن استخدامها في الطـلاء بـالكروم أو الفـضة. إن مخففـات الـصدمة بالـسيارة (الإكصدامات) غالبا ما تطلى بالكروم لمنعها من الصدأ أو لإكسابها مظهرا لامعا، ويتم توصيل مخفف صدمة السيارة (الإكصدام) للقطب السالب، ويغمس في محلول يحتـوي علـى مركـب كروم، ويتم توصيله بالكهرباء.. والآن تستطيع أن تنفذ كيفية الطلاء بالفضة على شـيء مثـل ملعقة من النيكل.



شكل (٧ – ٢٠) الطلاء بالتحليل الكهربي باستخدام النحاس.

نفس الفكرة ممكن استخدامها للطلاء بالكروم والنيكل

تفاعلات الإزاحة الفلزية:

ليس كل نحاس العالم يصنع بالطريقة السابق شرحها. أحيانًا يصنع محلـول كبريتـات نحاس أولاً من خام النحاس، وعند خلط المحلول بالحديد ينتج فلز النحاس. ونفس الشيء يحدث عند غمر سكين رفيع من الصلب في محلول كبريتات النحاس؛ حيث تغطى السكين بالنحـاس، وهذا مثال لتفاعلات الإزاحة؛ حيث يزيح الفلز الأنشط (الحديد) الفلز الأقل نشاطًا (النحاس).

حديد + كبريتات نحاس ⟵ نحاس + كبريتات حديد

ح + نح كب أ ٤ ⟵ نح + ح كب أ ٤.

ويمكنك أن تعرف إذا كان تفاعل إزاحة ما سوف يتم... بعد أن تتطلـع علـى سلـسلة الجهود الكهروكيميائية. وعلى سبيل المثال فإن المغنسيوم والزنك سيزيحان النحاس من محلـول كبريتات النحاس، ولكن الفضة لا تستطيع عمل ذلك.. هناك تفاعلان متشابهان يـستخدمان فلـز الألمونيوم النشيط.

تفاعل الأحماض مع الفلزات:

معظم الفلزات تذوب أو تتآكل عند غمسها في الأحماض، ومشكلة الأمطار الحمضية التي تعمل على تآكل خطوط السكة الحديد قد تم ذكرها. إن تفاعل الفلزات والأحماض مثل لتفاعلات الإزاحة، وفي هذه الحالة سيزاح الهيدروجين وليس الفلز؛ فكل الأحماض تحتوي على الهيدروجين الذي يمكن إزاحته بالرصاص، أو بأي فلز أكثر نشاطًا من الرصاص.. وعلى سبيل المثال:

زنك + حمض هيدركلوريك ← كلوريد زنك + هيدروجين

خ + ٢ يد كل ← خ كل ٢ + يد ٢

مغنسيوم + حمض كبريتيك ← كبريتات مغنسيوم + هيدروجين

مغ + يد ٢ كب أ ٤ ← مغ كب أ ٤ + يد ٢

والنحاس والفلزات الأقل نشاطًا لا يمكنها التفاعل مع الأحماض.

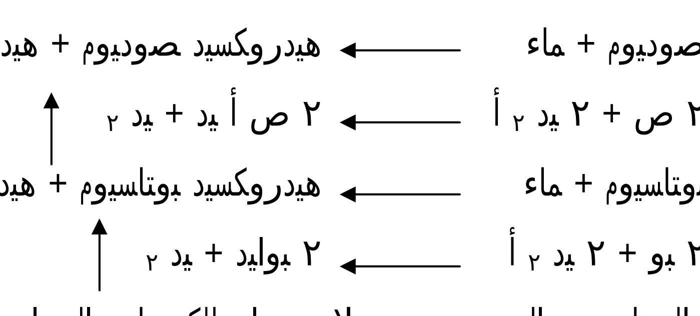
الفلزات الأكثر نشاطًا:

إن البوتاسيوم والصوديوم والمغنسيوم ثلاثة فلزات من الفلزات النشطة للغاية، وهذه الفلزات الثلاثة ليست لها استخدامات كثيرة لأنها تتآكل بسرعة كبيرة، وكل منها تتفاعل مع الهواء والماء الموجودين دائما في الغلاف الجوي.

وهذه الفلزات أكثر نشاطًا من الألمونيوم، وعليه فهي تستخلص من خاماتها بالتحليل الكهربي، والخامات تكون على هيئة كلوريدات الفلز وكلوريد الصوديوم (هو "ملح الطعام") أكثر الأمثلة شيوعا، والفصل القادم يدور حول الكيماويات التي تنتج من الملح.

البوتاسيوم (بو) والصوديوم (ص):

إن البوتاسيوم والصوديوم فلزان على درجة عالية من النشاط؛ بحيث يجب عدم تركهما في الهواء الطلق، ويجب حفظهما تحت الزيت (الكيروسين). ومن المحتمل أنك شاهدت ما يحدث عند إلقاء قطع صغيرة من البوتاسيوم أو الصوديوم في الماء.. إنها تندفع وتتحرك بسرعة على السطح وتتصاعد فقاعات الهيدروجين.. وأي قلوي يمكن الحصول عليه (هيدروكسيد البوتاسيوم أو الصوديوم) بهذا التفاعل، ولهذا السبب نطلق عليها أحيانًا تسمية الفلزات القلوية على البوتاسيوم أو الصوديوم.



صوديوم + ماء ← هيدروكسيد صوديوم + هيدروجين

٢ ص + ٢ يد ٢ أ ← ٢ ص أ يد + يد ٢

بوتاسيوم + ماء ← هيدروكسيد بوتاسيوم + هيدروجين

٢ بو + ٢ يد ٢ أ ← ٢ بوايد + يد ٢

والبوتاسيوم والصوديوم موصلان جيدان للكهرباء والحرارة مثل كل الفلزات، ولكنهما يختلفان في صفات أخرى، وهما غاية في اللين بحيث يمكن قطعهما بسكين، وهما من خفة الوزن بحيث يمكنهما الطفو على الماء، ولهما درجة انصهار منخفضة. ونظرا لأن الصوديوم ذو درجة انصهار منخفضة وموصل جيد للحرارة؛ فهو مثالي لتبريد طراز المولدات السريعة من محطات المفاعلات النووية، وأكثر استخدامات الصوديوم شيوعا هو إضاءة الشوارع حيث يمكن الحصول منه على توهج برتقالي.

المغنسيوم:

إن المغنسيوم فلز أقل نشاطًا من البوتاسيوم والصوديوم، ولكنه يتآكل بسرعة، ونشاط المغنسيوم يمكن مشاهدته عند احتراقه في الهواء، فهو يتفاعل مع الأكسجين في الهواء منتجا ضوءا أبيض ناصعا.

معادلة التفاعل كما يلي:

مغنسيوم + أكسجين ← أكسيد مغنسيوم

٢ مغ + أ ٢ ← ٢ مغ أ

والأنوار الخفاقة المبهرة والصواريخ النارية وبعض مصابيح (الفلاش) تحتوي على المغنسيوم لإنتاج هذا الضوء الناصع. إن المغنسيوم فلز ذو كثافة منخفضة وليست له قوة شد كبيرة، ولكن سبائكه لها قوة شد ومتانة عالية، وخفة وزن هذه السبائك تجعلها نافعة.

الكيماويات من ملح الطعام

معلوم أن ملح الطعام "كلوريد الصوديوم" مركب كيميائي، وفي الأزمنة المبكرة عرفه الإنسان بصفة جوهرية كمادة حافظة للحوم والأطعمة الأخرى، واستخدمه في دباغة الجلود أيضا. ولهذين السببين فإن ملح الطعام حيوي للجيوش لأنها تحتاج للأغذية والجلود لصناعة الدروع والسروج.

لقد كان ملح الطعام هاما جدا للرومان، فكانوا يمدون جنودهم به كراتب للجند. وكلمة راتب (Salary) مأخوذة من الكلمة اللاتينية (Sal) وتعني "ملح".

واليوم لدينا طرق أخرى لحفظ الطعام، كما أننا لا نستخدم الجلد في صناعة الدروع، وبدلاً من ذلك ملح الطعام أصبح على قدر كبير من الأهمية لنا بطرق كثيرة مختلفة: إننا نحتاجه لحفظ الطرق خالية من الجليد شتاء، والكيماويات المصنعة من الملح مطلوبة لصناعة "بي. ف. س"، ومساحيق إزالة الألوان والزجاج والصابون والمنسوجات، وذلك قليل من كثير من الاستخدامات، ويتم تعدين وفرة من الملح من مناجم المملكة المتحدة سنويا تكفي لإمداد كل فرد في المملكة بما يزيد عن ١٠٠ كجم سنويا.

استخلاص الملح:

من الممكن وجود الملح تحت سطح الأرض مثل بقية المعادن الأخرى، وهناك مناجم ملح عديدة في المملكة المتحدة، وأغلبها في شيشير ولانكشير ويوركشير. لقد تكونت رواسب الملح بالتبخير من بحر قديم منذ ١٨٠ مليون عام مضت.

إن رواسب الملح الصخري الجامدة يتم استخراجها من منجم واحد فقط هو منجم "ويزفورد في شيشير"، وكان هذا الملح يتم شراؤه بواسطة الجمعيات لوضعه على الطرق.

وفي كل المناجم الأخرى يتم استخراج الملح على السطح بضخ الماء إلى المنجم، فيذوب الملح في الماء تاركًا معظم الصخور والمعادن الأخرى خلفه، وهذا المحلول الملحي يسمى أجاج "برين" يضخ ثانية للسطح، ومن الممكن استخدام هذا الأجاج كمادة خام لصناعة الكيماويات الأخرى.

ملحوظة: وردت في القرآن الكريم الآية: ﴿**وما يستَوِي الْبحران هذَا عذْب فُراتٌ سائِغٌ شَرابه وهذَا مِلح أُجاج**﴾ صدق ا العظيم. سورة فاطر.

إن كل لتر من ماء البحر يحتوي على حوالي ٢٥ جم ملحا. وفي البلدان الحارة من الممكن الحصول على الملح باستخدام الشمس لتبخير الماء؛ مما يؤدي إلى ترك الملح وحده.

والطريقة تتمثل في تجميع ماء البحر في برك ضخمة، وغالبا ما تصبغ باللون الأخضر لتمتص طاقة شمسية أكبر. وفي مكان واحد بأستراليا فإن ما يزيد على مليون طن ماء تبخر

يوميا، وتستخدم هذه الطريقة على نطاق أصغر في بلدان كثيرة فيما بين المحيطين الهندي والأطلنطي.

استخدام الملح والمحاول الملحي الأجاج (البرين):

تستخدم كميات متزايدة من الملح على الطرق بالمملكة المتحدة، وتفوق أي غرض آخر.. ويتجمد الماء عادة عند الصفر المئوي فيغطي الجليد الطرقات شتاء، ومع إضافة الملح يتجمد خليط الملح والماء دون الصفر المئوي، وعليه لا يتكون جليد ما لم تنخفض الحرارة دون الصفر المئوي بكثير. ومن المحتمل خلو الطرق من الثلج إذا انخفضت درجة الحرارة إلى – ١٢ ^{o}م.

استخلاص الصوديوم من الملح:

والصوديوم فلز نشيط جدا شأنه كبقية الفلزات النشيطة مثل الألومنيوم، وعليه يتم الحصول عليه بالتحليل الكهربي.. ويستخدم كلوريد الصوديوم لهذا الغرض؛ وذلك بصهر الملح ثم تحليله كهربيا.

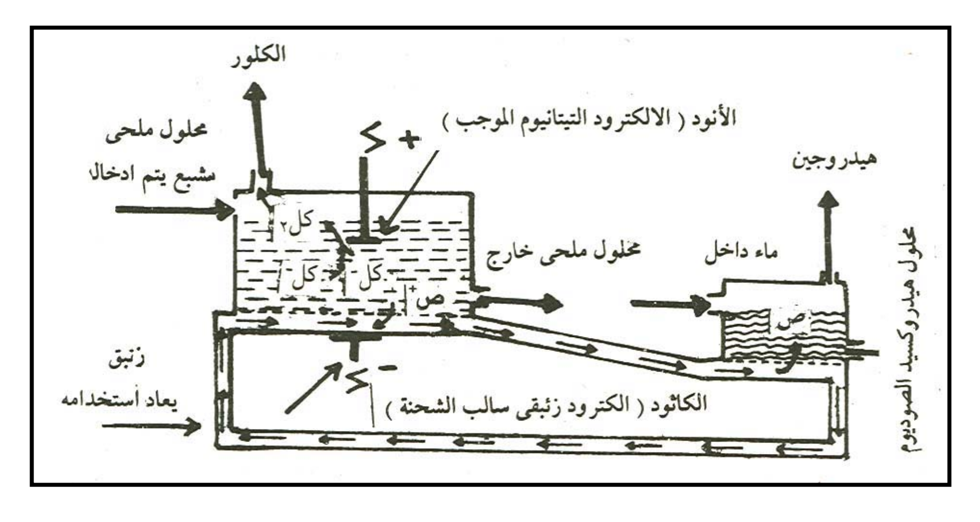
والصوديوم نشط للغاية، مما يحد من استخدامه بكثرة، وعدة مئات من الأطنان من الصوديوم تنتج سنويا منه بالمقارنة بالفلزات الأخرى التي تنتج بملايين الأطنان.

الكيماويات المنتجة من المحاول الملحي:

الملح في صورة المحاول الملحي هو مادة خام حيوية جدا لصناعة الكلور، وأيدروكسيد الصوديوم وكربونات الصوديوم أهم ثلاثة كيماويات تصنع منه.. والكلور وأيدروكسيد الصوديوم ممكن تصنيعهما بالتحليل الكهربي للمحاول الملحي، أما المركب الكيميائي الثالث "كربونات الصوديوم" فيصنع من المحاول الملحي بسلسلة من التفاعلات الكيميائية.

طريقة كاستنر كلنر:

إن طريقة صناعة الكلور وأيدروكسيد الصوديوم تعرف باسم صناعة "الكلور القلوي"، وهناك طرق عديدة تستخدم اليوم للتحليل الكهربي للمحاول الملحي، وطريقة كلنر أكثر الطرق شيوعا في المملكة المتحدة. وشكل (٨ – ١) يوضح رسما تخطيطيا لهذه العملية. إن خلية التحليل تسمى خلية الزئبق على يسار المخطط التوضيحي وسميت بهذا الاسم لأن الإلكترود السالب مصنوع من الزئبق السائل أما القطب الموجب فمصنوع من التيتانيوم وتملأ خلية التحليل الكهربي بالمحاول الملحي.



شكل (٨ – ١) خلية كاستنر كلنر لتحليل المحلول الملحي ونواتج العملية الكلور ومحلول هيدروكسيد الصوديوم والهيدروجين

وينتج محلول أيدروكسيد الصوديوم من جراء اتحاد أيونات الصوديوم الموجبة وأيونات الكلور السالبة، وتنجذب أيونات الكلور السالبة إلى القطب الموجب خلال عملية التحليل الكهربي، وعند بلوغها هذا الإلكترود فإنها تتحول إلى جزيئات كلور بفقد إلكتروناتها "الشحنات السالبة".

أيون الكلوريد – إلكترونات = جزيئات الكلور.

٢ كل $^-$ - ٢ هـ = كل $_٢$

ويترك غاز الكلور الخلية ويتم تجميعه وتخزينه أما أيونات الصوديوم الموجبة فتنجذب إلى إلكترود الزئبق السالب.

وعند هذا القطب تكتسب أيونات الصوديوم الموجبة إلكترونًا فتتحول إلى ذرات صوديوم موجبة.

ص $^+$ + هـ ⟵ ص.

ويذوب الصوديوم في الزئبق ويتم استخراجه من خلية التحليل بعد ضخ الزئبق من خلية التحليل وخليط الصوديوم والزئبق.

مثال لسبيكة وسبائك الزئبق تسمى مملغمات، فإذا كنت على وشك حشو أحد أسنانك فإن طبيب الأسنان سيحشو هذا الفراغ مستخدما مملغم الزئبق مع الفضة والقصدير.

ويتم ضخ مملغم الزئبق والصوديوم إلى غرفة تحتوي على الماء النقي؛ حيث يتفاعل الصوديوم مع الماء منتجا أيدروكسيد الصوديوم في صورة محلول مع غاز الأيدروجين. وربما شاهدت نفس التفاعل عند سقوط قطعة من الصوديوم في الماء.

صوديوم + ماء = أيدروكسيد صوديوم + هيدروجين

٢ ص + ٢ يد$_{٢}$ أ = ٢ ص أ يد + يد$_{٢}$

ويتم تجميع أيدروكسيد الصوديوم والأيدروجين بينما يتم دفع الزئبق مرة ثانية إلى الخلية.

المشاكل التي تصاحب خلايا الزئبق:

في عالم مثالي لن يفقد أي زئبق من خلية زئبق، ولكن عمليا هناك دائما تسرب في الزئبق.

والزئبق واحد من الفلزات الثقيلة مثل الرصاص الذي يسبب تسمما حادا. ومن المعلوم أن الزئبق مثل الرصاص يسبب تدميرا للمخ، والتعبير الإنجليزي "مجنون مثل صانع القبعات" ربما نشأ لأن صانعي القبعات استخدموا مركبات الزئبق. وهناك نظرية تقول إن نابليون أصيب بالجنون بسبب التسمم بالزئبق.

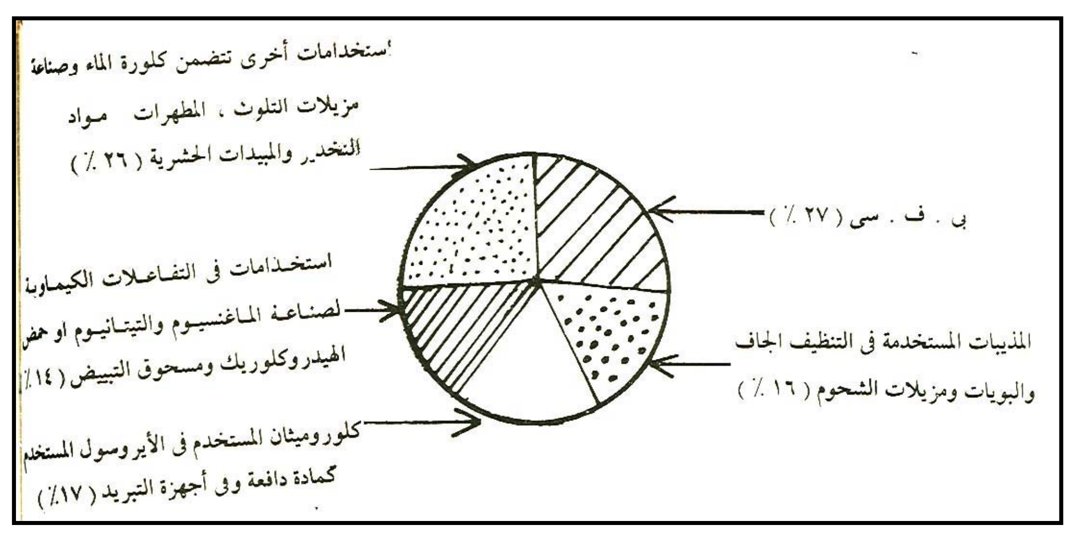
وخلال الخمسينيات من هذا القرن حدثت كارثة في مكان يدعى ميناماتا باليابان نتجت عن التلوث الزئبقي؛ فقد تسرب الزئبق إلى البحر ووجد طريقه خلال سلسلة الغذاء إلى السمك الذي التهمه الناس الذي يعيشون بالمنطقة، وقد توفي ما يزيد على ٤٠ شخصا متسممين به كما فقد أكثر من ٦٠ فردا القدرة على الحركة فقد أصبحوا عاجزين.

وبسبب مشكلة التسمم الزئبقي فقد صرف أهل الصناعة النظر عن بناء خلايا زئبقية في الدول الصناعية الكبيرة، ويعكف العلماء على استنباط طريقة جديدة للتحليل الكهربي لمحلول ملح الطعام دون اللجوء إلى الزئبق.

الكلور:

إن الكلور واحد من عائلة الهالوجينات، ومن العسير تخزينه بأمان لنشاطه وسميته. ورعب الحرب الكيميائية بدأ باستخدام هذا الغاز الكثيف السام ذي اللون الأخضر؛ ففي الساعة الخامسة من مساء الثاني والعشرين من شهر أبريل سنة ١٩١٥ خلال الحرب العالمية الأولى أطلق الألمان ١٨٠ طنا من غاز الكلور في ييرس، وحملها الريح ودخلت خنادق الفرنسيين وخلال ساعتين كان ٥٠٠٠ جندي قد ماتوا أو في طريقهم للموت.

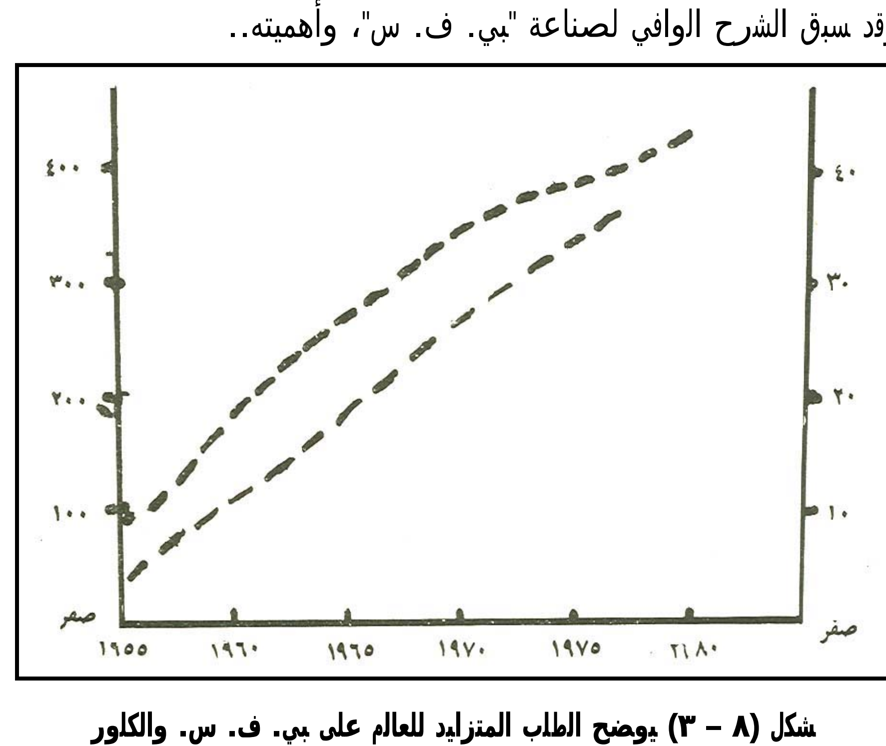
لقد استخدم الطرفان المتحاربان الحلفاء والألمان الغازات السامة حتى نهاية الحرب، فقتلت أكثر من ١٠٠,٠٠٠ نسمة، وأثرت على مليون آخرين. والآن هناك أسلحة كيماوية تمت صناعتها أشد فتكًا ويتم تخزينها اليوم. والكلور يستخدم الآن في قطاع كبير من الكيماويات وأهميته يوضحها شكل (٨ – ٢).



شكل (٨ – ٢) استخدامات الكلور في المملكة المتحدة

بلاستك بي. ف. س:

إن الرمز السابق اختصار للمركب الكيميائي بولي فينيل كلوريد؛ وهو نوع شائع من البلاستيك وقد سبق الشرح الوافي لصناعة "بي. ف. س"، وأهميته..



شكل (٨ – ٣) يوضح الطلب المتزايد للعالم على بي. ف. س. والكلور

وقدر زائد من الكلور يستخدم في صناعة "بي. ف. س" أكثر من أي استخدام آخر، وتتزايد كمية الكلور المطلوبة كلما ازداد الطلب على مادة "بي. ف. س"، كما هو واضح (بالشكل ٨ – ٣).

ثانى كلورو ميثان	يد — ك — كل (يد فوق ك، كل تحت ك)	مذيب يستخدم فى البويات
ثلاثى كلوروايثين	يد، كل / ك = ك / كل، كل	مذيب يستخدم فى إزالة قطع الفلتر فى الصناعات الهندسية
رباعى كلورو إيثلين	كل، كل / ك = ك / كل، كل	مذيب فى التنظيف الجاف
(١، ١، ١) ثلاثى كلورو إيثان	كل — ك — ك — يد (كل فوق وتحت الكربون الأول، يد فوق وتحت الكربون الثاني)	

شكل (٨ – ٤) يبين بعض المذيبات العضوية المصنوعة من الكلور

لاحظ أن الكيماويات مبينة، وأمام كل اسم يتكون داي كلور ميثان من الميثان، وذرتـي كلور، أما ثلاثي كلورو إيثين فيتكون من الإيثين، وثلاث ذرات كلور (ثلاثي كلورو).

أما تتراكلورو فمعناه رباعي كلورو؛ حيث يتكون من أربع ذرات كلور.

أما ١، ١، ١ ثلاثي كلورو إيثان فقد سمي بهذا الاسم لاحتوائه على ثلاث ذرات كلـور متصلة بذرة الكربون الأولى.

المذيبات:

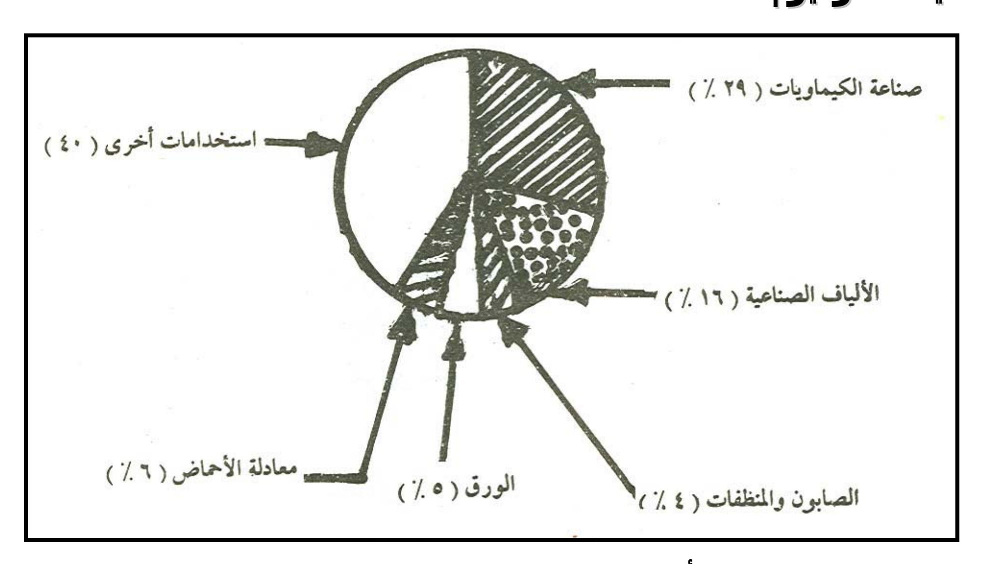
هو مركب كيميائي له القدرة على إذابة جيدة للكيماويات الأخرى، والماء مـذيب جيـد للكثير من الكيماويات، ومع ذلك ليست له القدرة على إذابة الكيماويـات العـضوية ("مركبـات الكربون")؛ مثل الشحوم والزيوت، وغالبية المواد اللاصقة والبويات. ومثـل هـذه الكيماويـات تحتاج إلى مذيب عضوي، وكثير من هذه المذيبات المفيدة تحتوي على الكلور، وتـستخدم فـي البويات وإزالة الدهون من الأجزاء الفلزية للسيارات والماكينات، وللتنظيف الجاف.

وتعبير "التنظيف الجاف" يعني التنظيف باستخدام السوائل العضوية، والأخيرة (مثل رابع كلوريد الإيثان) أفضل كثيرا من الماء في إزالة الأوساخ الزيتية والشحوم.

ويضاف الماء عادة علاوة على المنظف؛ مما يزيل الأنواع المختلفة من القـذارة مـن الرداء المطلوب تنظيفه. إن قارورة من تيب تحتوي على مذيب عضوي نموذجي يـذاب فيـه

مركب كيميائي أبيض اللون يستخدم لتغطية أي عيوب، وعند وضـع المحلـول علـى الخطـأ أو البقعة يتبخر المذيب تاركًا المركب أبيض مكانه، وعلى البطاقة المثبتة على القـارورة تجـد البيان "ثلاثي كلوريد الإيثان".

أيدروكسيد الصوديوم:



شكل (٨ – ٥) يوضح استخدامات أيدروكسيد الصوديوم في المملكة المتحدة؛ حيث يستخدم في عدد هائل من التفاعلات الكيماوية المختلفة

استخدم أيدروكسيد الصوديوم لأول مرة في صناعة الصابون بكميات كبيرة، ومـا زال يستخدم في صناعة الصابون والمنظفات حتى اليوم، ولكنه يستخدم الآن في أغراض كثيرة، وهو قلوي رخيص يستخدم لمعادلة الأحماض غير المرغوب فيها. والقلويات القوية مثل أيدروكـسيد الصوديوم جيدة في تفاعلاتها وإذابتها لكثير من الزيوت والشحومات، والـصابون يـصنع مـن الدهون باستخدام هذا التفاعل. ويستخدم أيدروكسيد الصوديوم في منظفات الأفران القوية وفـي تنظيف المنسوجات أثناء عملية تصنيعها.

التبييض، والمطهرات والكيماويات القاتلة:

إن اختبارا هاما مألوفًا للكلور هو تبييضه لورقة عباد الشمس المبللة بالماء، ومركبـات الكلور موجودة في مواد التبييض المنزلية، والعديد من الناس يميز الكلـور مـن رائحتـه فـي حمامات السباحة؛ حيث يستخدم كمطهر ولمياه الشرب العادية لأنه يقتل جراثيم كثيرة.

والمبيدات الحشرية هي كيماويات مصنوعة مـن الكلـور، وتـستخدم فـي مـساعدة المزارعين، ومن أمثلتها د. د. ت، ٢، ٤، ٥ ت، وقدر صغير من الكلور المنتج عالميا يستخدم لصناعة المبيضات والمطهرات، ومع ذلك فهي استخدامات هامة خاصة في الدول الناميـة؛ لأن مصادر الماء النقية ضرورية للصحة.

الهيدروجين:

كميات هائلة من الأيدروجين تصنع خلال عملية التحليل الكهربي لمحلول ملح الطعـام، ومن العسير تداوله لكونه غازا يشتعل بسرعة، ومن الممكن أن ينفجر عند اختلاطـه بـالهواء. وعند تقريب جذوة مشتعلة إلى مخبار مملوء بغاز الهيدروجين يحدث فرقعة بـسبب الاشـتعال، ودرجة غليانه منخفضة لذا يصعب إسالته، ويعبأ كغاز في أسطوانات ثقيلة ذات ضغط عالٍ؛ لذا فإن مصاريف نقله باهظة لأن اللوري الواحد لا يمكنه نقل كمية كبيرة من الغاز.

صناعة المسلي الصناعي:

هناك طلب على الأيدروجين النقي في الكثير من التفاعلات العضوية منها على سـبيل المثال تجميد الزيوت النباتية لصناعة المرجرين (المسلى الصناعي). وتحتوي الزيوت النباتيـة على جزيئات بها روابط مزدوجة بين ذرات الكربون مثل الألكينات. وجزيئات مثل هذه تتمتـع بدرجات انصهار منخفضة، وغالبا ما تكون سائلة في درجة حرارة الغرفة، وعند تفاعـل هـذه الجزيئات مع الأيدروجين تتحول الروابط المزدوجة إلى روابط أحادية كما في الألكانات، وتتمتع الجزيئات الناتجة بدرجات انصهار أعلى نسبيا، وغالبا ما تكون صلبة في درجة حرارة الغرفـة (شكل ٨ – ٦).

نيكل
حفاز
جزء من جزيء زيت نباتي
جزء من جزيء مرجرين

شكل (٨ – ٦) صناعة المسلى الصناعي الجامد

حيث يتم مفاعلة الزيوت النباتية مع الأيدروجين فـي وجـود النيكـل كحفـاز، فينـتج المرجرين الجامد. والجزيئات المحتوية على روابط مزدوجة بين ذرات الكربون -كما هو الحال في الزيوت النباتية- تسمى غير مشبعة، أما تلك الخالية من الروابط المزدوجة فتسمى المشبعة، وعند احتواء الزيوت على عدد من الروابط المزدوجة تسمى عديدة الجزيئات غيـر المـشبعة، وعندما تذهب إلى البقالة ستجد مرجرين يحتوي على زيوت عديدة الجزيئات غير المشبعة، ومن الواضح أنه سائل مائع وسهل الانسكاب.

ويمكن التحكم في صلابة المرجرين باستخدام الكمية المناسبة من الأيـدروجين، وهـو أرخص من الزبد لكونه ناتجا عن الزيوت النباتية وليس الحيوانية كما هو الحال في الزبد.

إحراق الهيدروجين:

يحترق الأيدروجين بصورة جيدة حتى إن أول صواريخ الفضاء استخدم خليطاً من الهيدروجين مع الأكسجين كوقود، ويستخدم اللهب الساخن الناتج عن احتراق الهيدروجين في لحام الفلزات معا، وأي قدر من الأيدروجين يمكن الحصول عليه يمكن استغلاله، فإذا لم يبع يمكن إحراقه داخل الورش لتزويدها بالطاقة أو مفاعلته مع الكلور لإنتاج حمض الهيدروكلوريك.

وإذا ما أمكن الحصول على الهيدروجين بطريقة رخيصة من الماء باستخدام الطاقة الشمسية فمن السهل أن يكون وقود المستقبل.

الزجاج:

يلعب الملح دورا هاما في صناعة الزجاج، والكيماويات الثلاثة الرئيسية المشتركة في صناعة الزجاج هي الرمل (ثاني أكسيد السليكون) والحجر الجيري (كربونات الكالسيوم) وكربونات الصوديوم. والرمل والحجر الجيري يمكن الحصول عليهما من الطبيعة، وكربونات الصوديوم تصنع من الملح والحجر الجيري. ونصف كربونات الصوديوم في المملكة المتحدة تنتج لصناعة الزجاج.

صناعة الزجاج:

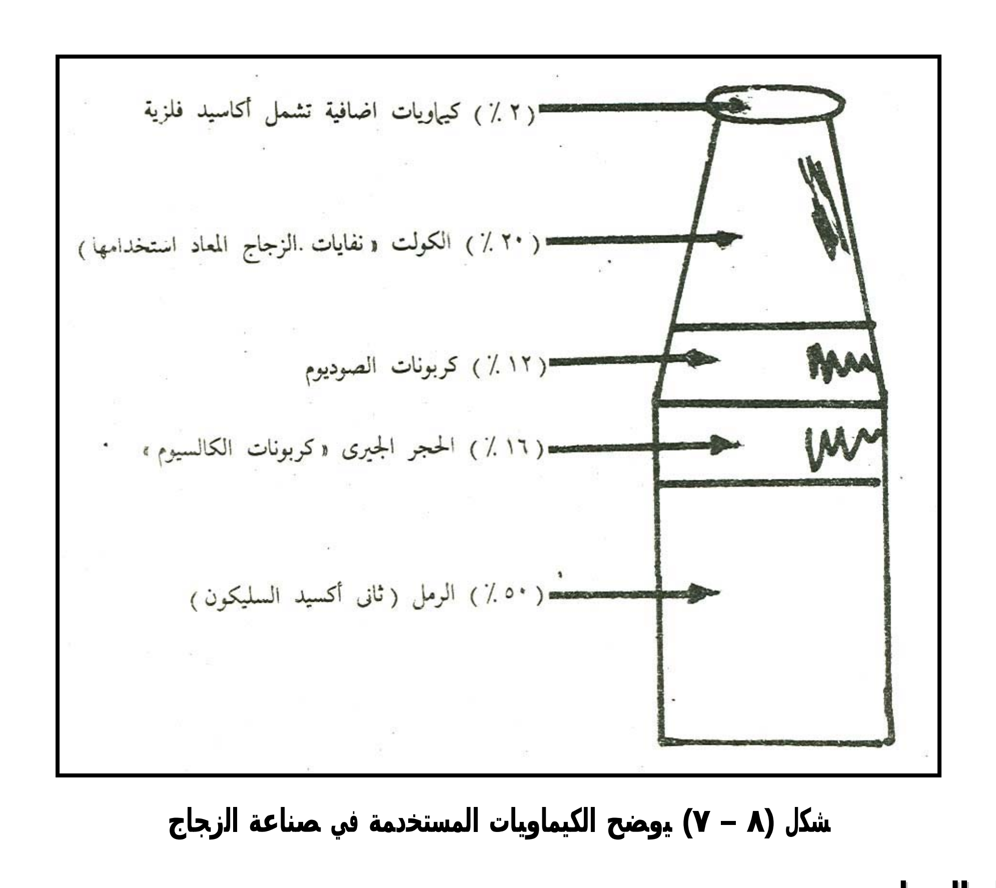
يصنع الزجاج بصهر الرمل مع الكيماويات الأخرى؛ حيث ينصهر الرمل في درجة حرارة عالية جدا؛ لذا تضاف كربونات الصوديوم لإنقاص درجة الانصهار العالية، ويتفاعل الاثنان مكونين سليكات الصوديوم.

(رمل) ثاني أكسيد السليكون + كربونات الصوديوم = سليكات الصوديوم + ثاني أكسيد الكربون.

(س أ ٢) + ص ٢ ك أ ٣ = ص ٢ س أ ٣ + ك أ ٢

ويعرف سليكات الصوديوم باسم الزجاج المائي؛ لأنه يذوب في الماء، لذا يضاف الحجر الجيري فيتكون خليط من سليكات الصوديوم والكالسيوم، وهذا الخليط لا يذوب في الماء، ومن الممكن استخدامه في صناعة الزجاج العادي.

ومن الممكن إضافة كيماويات أخرى خاصة أكاسيد الفلزات للحصول على أنواع مختلفة من الزجاج، فعند استخدام أكسيد الكروم نحصل على زجاج أخضر، أما عند إضافة أكسيد الكوبالت فنحصل على زجاج أزرق. وكميات الكيماويات المستخدمة في صناعة الزجاج مشروحة في شكل ٨ – ٧.



شكل (٨ – ٧) يوضح الكيماويات المستخدمة في صناعة الزجاج

تشكيل الزجاج:

فكر في كل أشكال الزجاج المختلفة اللازمة لصناعة الزجاجات والقوارير والأواني والألواح المسطحة، ويمكن تشكيل الزجاج وهو سائل ساخن، أما القوارير والأواني وما شابه من أدوات فيمكن صناعتها إذا سمح للزجاج الساخن أن يبرد في قوالب.

ويصنع الزجاج المسطح المستخدم في النوافذ بترك السائل يبرد في حمام به قصدير منصهر، وعليه يكون سطح السائل أملسا، وكذا الزجاج الناتج يكون أملسا أيضا، وتقطع أجزاء الزجاج الزائد بمعرفة العمال حسب الطلب. والزجاج ليس مادة صلبة في الحقيقة، بالرغم من أنه يبدو كذلك.. وزجاج النوافذ منذ عدة مئات من الأعوام كانت له قاعدة أسمك عن القمة، وذلك لانسياب الزجاج لأسفل مثل السائل.

ومع أن الزجاج سائل فيمكن تقويته بحيث يمكن استخدامه في أنواع مختلفة من زجاج الأمان. أما إذا سخن الزجاج وتم تبريده بسرعة؛ فيمكن الحصول على زجاج متين أقوى من الزجاج العادي بحوالي ٥ مرات، وهذا النوع من الزجاج مفيد لصناعة زجاج السيارات لأنه يتفتت إلى شظايا صغيرة عند تكسره، بدلاً من تكوين "شظف خطيرة".

النفايات الزجاجية:

لقد تم صنع ٦ بليون زجاجة وآنية زجاجية بالمملكة المتحدة عام ١٩٨٠، و١٥ % من هذه الكمية مصممة لإعادة استخدامها مرة ثانية. إن ٢ مليون طن زجاج تلقى سنويا كنفاية

وتشكل حوالي ١٠ % من مجموع نفايات المنازل، وبعيدا عن الفاقد فإن الزجاج الذي يلقى وبه حواف (شطف) خطير فعلاً، فمن الممكن أن يسبب جروحا للحيوانات أو للناس الذين يخطـون عليه، ويمكن أن يسبب حوادث مرور على الطرق، وحتى الحرائق من الممكن أن يكون سـببا لها؛ لأنه يستطيع تركيز أشعة الشمس قبل أي عدسة مجمعة، وتسمى نفايات الزجاج باسم الكسر "الكولت"، ومن المفيد إعادة تصنيع الكسر بقدر الإمكان، وبعض الكسر يستخدم فعـلاً لـصناعة زجاج جديد، وهذا لا يوفر في المواد الخام فقط مثل الرمل والحجر الجيري؛ بل يوفر أيضا في الطاقة لأن الكسر المستخدم ينصهر عند درجة منخفضة للغاية، وعليه فاستهلاك الطاقة أقل نسبيا مما يوفر وقود الحفريات والمصاريف.

وعادة يستخدم ٢٠ % من الزجاج الكسر في صناعة الزجاج، ومن الممكـن اسـتخدام كميات أكبر إذا توافرت. وقد شرعت صناعة الزجاج في التخطيط لجمـع المزيـد مـن كـسر الزجاج، مستخدمة بنوك القوارير. أين أقرب بنك للقوارير منك؟ إذا كـان قريبـا منـك هـل ستستخدمه؟

يتم تشغيل مخطط بنك القوارير بوساطة السلطات المحلية بالتعاون مع مصانع القوارير الزجاجية، تحت إشراف وتوجيه اتحاد صناع الزجاج ورابطـة الـصناعة والتجـارة (الغرفـة التجارية).

إن بنوك الزجاج هي في واقع الأمر حاويات كبيرة متنقلة مصممة لاحتواء حوالي ثلاثة أطنان من نفايات زجاج توضع في مواقع يؤمها أعداد كبيرة من الشعب خلال عملهم اليومي أو الأسبوعي؛ مثل السوبر ماركت، أو المحلات التجارية بالمدينة، أو جراجات السيارات. ويحـث الأفراد من عامة الشعب لإلقاء نفايات الزجاجات والقوارير في تلك الحاويـات حـسب اللـون، فواحدة للزجاج الشفاف وأخرى للبني وثالثة للأخضر، وفي بعض المناطق يوجد قسمان أحدهما للشفاف والآخر للبني والأخضر معا.

يقوم المجلس المحلي بتفريغ الحاويات الضخمة في أزمنة منظمة، وبيع الزجاج الموجود (نفايات الزجاج) لصانعي الزجاج الذين يقومون بخلطه مع المواد الخـام الأخـرى، ويعيـدون صهره لصناعة قوارير وسلع زجاجية جديدة.

ويعرض صناع الزجاج على السلطات ثلاثة أمور هامة طيبة هي: سعر طيب للزجـاج الكسر، سوق مضمون، ضمان للسلطات المحلية بأن هذا المخطط سيوضع دائما موضع الاهتمام حتى ينفذ.

شرح خواص الكيماويات

لماذا يتمتع الماس بصلابة شديدة؛ مما يؤهله للقطع والثقب؟ ولماذا نجد الجرافيت شـديد النعومة بحيث يمكن استخدامه لتشحيم الأجزاء المتحركة بالمواتير؟ ولماذا لا يتفاعل الهليوم مع الكيماويات الأخرى مما يجعله آمنًا للاستخدام في المناطيد؟ ولماذا ثاني أكسيد الكربـون غـاز؟ ولماذا تتمتع سبيكة النحاس والنيكل بصلابة أكبر عن النحاس النقي مما يؤهلها للاسـتخدام فـي النقود المعدنية التي تعيش طويلاً؟

خواص هذه الكيماويات وأخرى غيرها من الممكن توضيحها بإمعان النظر في الجزيئات التي تكون الكيماويات نفسها، والمعلومات عن هذه الذرات التي تكون أصغر جزيئات العناصر، وهي محتواة في الجدول الدوري.

الجدول الدوري:

هناك أكثر من ١٠٠ عنصر عرفه الإنـسان، والجـدول الـدوري طريقـة لتـصنيف أو ترتيب العناصر لتسهيل دراسة خواصها، وبعض طرق استخدام الجدول الدوري تم وصـفها في الفصول السابقة.

ومثال ذلك هو الفرق بين الفلزات واللا فلزات؛ فالفلزات تحتل أيـسر الجـدول بينمـا اللا فلزات تحتل الجانب الأيمن منه. والجدول الدوري يحتوي على ما هو أكثـر مـن مجـرد الاختلافات بين الفلزات واللا فلزات، والعناصر الموجودة بالجدول الدوري مقسمة إلـى دورات وأعمدة، والدورة هي الصف الأفقي والمجموعة هي العمود الرأسي.

دورات العناصر:

يتم وضع العناصر في الجدول الدوري طبقًا لأرقامها الذرية، ويدلنا الرقم الذري علـى كم عدد البروتونات وكم عدد الإلكترونات في كل ذرة لهذه العناصر (راجـع الفقـرة الخاصـة بالبروتونات والإلكترونات والنيترونات بالباب الثاني). وفي الكيمياء فإن عدد الإلكترونات يهمنا أكثر من أي اعتبار آخر، وذلك لأهمية الدور الذي تلعبه الإلكترونات في التفاعلات الكيميائيـة. وتترتب الإلكترونات حول نواة الذرة في طبقات تسمى المدارات الإلكترونية وطريقـة تركيـب الإلكترونات في الذرة مشروحة تفصيلاً سابقًا، ويجب أن تقرأ هذا القسم إذا لم تكن قد قرأته من قبل، وكل مدار جديد للإلكترون يمثل دورة جديدة، وهناك سـبعة مـدارات إلكترونيـة تمثـل الدورات السبع بالجدول الدوري.

مجموعات العناصر:

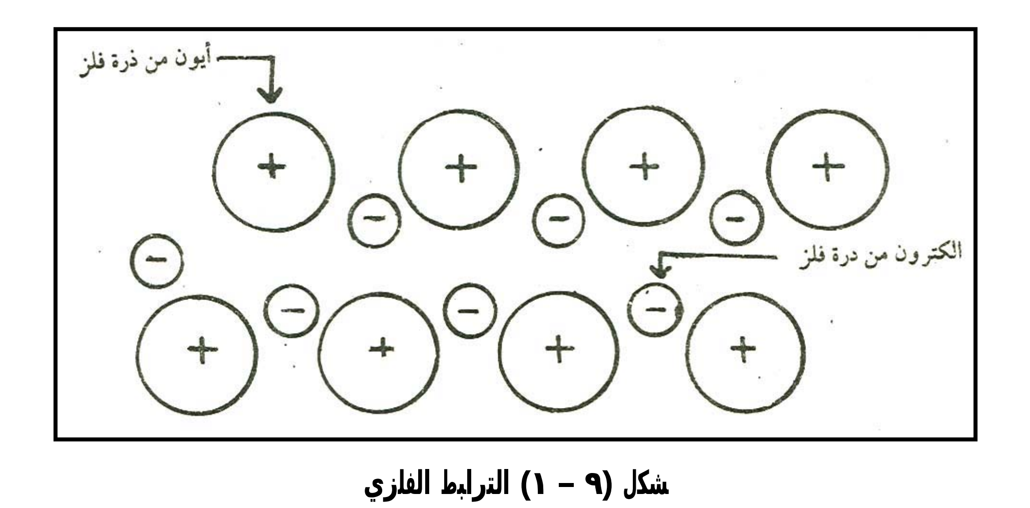
العناصر داخل المجموعة الواحدة لها نفس الخواص والتفاعلات الكيميائية، ويمكن تفسير هذا بترتيب الإلكترونات داخل الذرات، وذرات عناصر المجموعة الواحدة لها نفس العـدد مـن الإلكترونات في المدار الخارجي. وعلى سبيل المثال ذرات عناصر المجموعة الأولى (الفلزات القلوية) لها إلكترون واحد في المـدار الأخيـر، بينمـا ذرات عناصـر المجموعـة الـسابقة (الهالوجينات) لها سبعة إلكترونات في المدار الأخير، والذرات التي لها تركيب إلكتروني متشابه لها نفس التفاعلات الكيميائية. والغازات الخاملة وتسمى المجموعة صفر تشكل عائلة واحدة من العناصر، وهذه المجموعة تشمل الهليوم والنيون والأرجون وغيرها، وتـشغل يمـين الجـدول الدوري. وتتفاعل هذه الغازات بصعوبة بالغة مع العناصر الأخرى، ويستخدم النيون والأرجون لملء مصابيح الإضاءة لكونهما خاملين تماما ولا يتفاعلان مع الفتيلة، أو يسببان حرقها حتى في درجات الحرارة العالية. وذرات الغازات الخاملة لها دورات إلكترونية كاملة، وهـذا الترتيـب مستقر وعليه لا تتفاعل هذه الذرات بيسر مع أي عناصر أخرى بالمرة، وهذا يفسر لماذا يستخدم الهليوم لملء المناطيد بأمان؛ لأنه لا يشتعل أبدا، وعليه فلن تحدث كوارث المناطيـد المملـوءة بالهيدروجين.

التركيب والترابط في الكيماويات:

كل المركبات الكيميائية مصنوعة من حبيبات، وهي إمـا أن تكـون ذرات أو أيونـات أو جزيئات، وتعتمد خواص الكيماويات على أمرين اثنين أولهما طريقة بناء الجـسيمات معـا؛ وهو ما يعرف باسم التركيب الكيميائي للمركب. والأمر الثاني طريقة التـرابط التـي تمـسك الجسيمات سويا أو ما يعرف باسم الترابط الكيميائي.

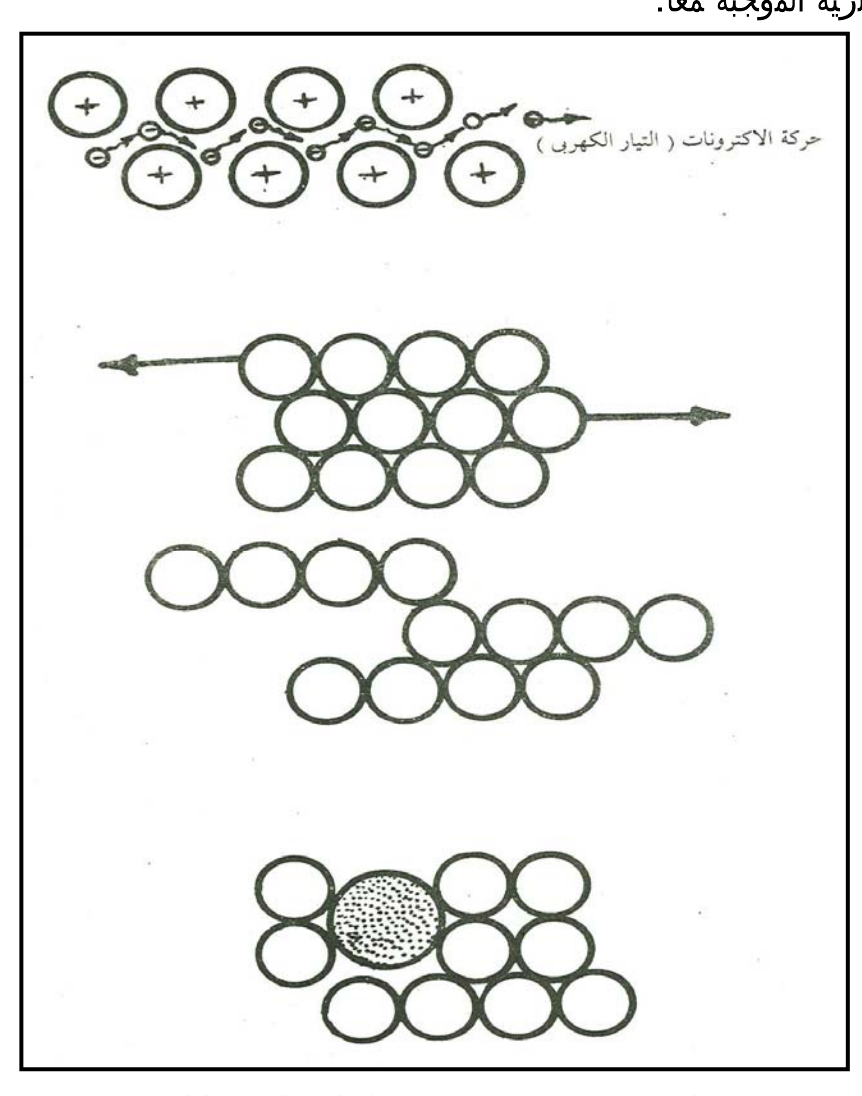
الفلزات والسبائك:

إن الكتل الفلزية الضخمة هي نتاج ترابط الذرات الفلزية؛ حيث تترابط الذرات وبطريقة منتظمة، وقطعة من فلز هي في واقع الأمر بلورة من ذرات الفلز. ومعظم الفلزات هي جوامـد صلبة لها درجات انصهار ودرجات غليان عالية، وسبب هذا أن ذرات الفلـز مترابطـة بقـوة لبعضها البعض، والترابط الفلزي والموضح في شكل (٩ – ١) يمسك كل الذرات معا في بنـاء قوي وكبير.



شكل (٩ – ١) الترابط الفلزي

الإلكترونات الخارجية في ذرات فلز تكون حرة الحركة بين الذرات، ويمكن أن ترسـم صورة لقطعة من فلز كما لو كانت طبقات من أيونات فلـز، بينمـا الإلكترونـات والـشحنات الكهربية المنعكسة تنجذب لبعضها البعض حيث تنجذب الإلكترونات السالبة إلى التركيب الضخم للشحنات الفلزية الموجبة معا.



شكل (٩ – ٢) يوضح كيفية توصيل الكهرباء في الفلزات

والإلكترونات جسيمات متناهية الصغر، بحيث يمكنها الحركة خـلال ذرات الفلـزات. وتخيل بحرا من الإلكترونات ينساب خلال الفلز صانعا تيارا كهربائيا. والفلزات توصل الحرارة بنفس الطريقة، والطاقة الحرارية تنساب من جراء حركة الإلكترونات.

في الفلز النقي طبقات من ذرات الفلز يمكن تخيلها على أنهـا شـرائح تعلـو بعـضها البعض، وعليه فالفلز سهل التشكيل.

في السبيكة من العسير تحريك ذرات الفلز، والسبائك عموما أكثر صلابة وأقـل قابليـة للطرق والتشكيل عن الفلزات النقية، وعموما تتميز بدرجات انـصهار منخفـضة ولا توصـل الكهرباء بنفس درجات المعادن النقية.

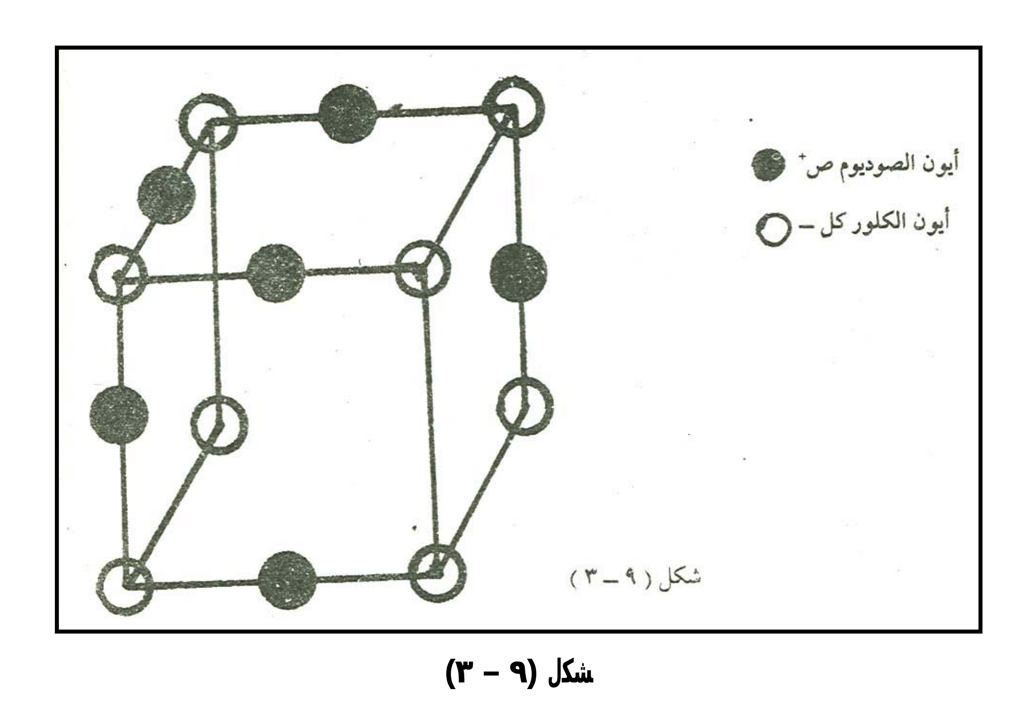
الفلزات هي المواد الأكثر شيوعا، باستثناء الجرافيت والسليكون التي توصل الكهربـاء في حالتها الصلبة، وهذا يمكن تفسيره أيضا بالرجوع إلى بنائها الكيميائي، فالكهرباء تسري عند تحرك الشحنات الكهربائية وبحر الإلكترونات (الشحنات الكهربائية السالبة) يمكنها الحركة خلال الفلز لتوصيل الكهرباء.

والإلكترونات يمكنها أن تنساب خلال الفلزات، الجرافيت والسليكون، ولكن ليس خـلال أي شيء آخر بصفة عادية (شكل ٩ – ٢).

والسبائك خليط من فلزات متباينة يمكن الحصول عليها بصهر الفلزات معا، والـسبائك عادة أكثر صلابة وأقل قابلية للطرق؛ بمعنى أنها أقل سهولة في التشغيل عن الفلـزات النقيـة، وهذا يفسر لماذا تصنع العملات النحاسية من السبائك؛ لأنها تقاوم البلى لفترة أطول عن النحاس النقي، وبالتالي يستمر تداولها لفترة أطول، والسبائك لها أيضا درجة انصهار أكثر انخفاضا من تلك الفلزات النقية، وسبيكة اللحام مثال لسبيكة نافعة ذات درجة انصهار منخفضة.

المواد الأيونية:

تتكون المواد الأيونية من أيونات، والأيونات ذرات أو مجموعة من الـذرات مـشحونة كهربيا، وملح الطعام (كلوريد الصوديوم) نموذج لمادة أيونية فهي تحتوي على أيونات الصوديوم موجبة الشحنة (ص +) وأيونات الكلور سالبة الشحنة (كل ⁻). والملح مركـب صـلب يتميـز بدرجة انصهار عالية ودرجة غليان مرتفعة لأن أيونات الصوديوم والكلور مترابطة بقوة سويا، والأيونات مرتبطة معا لأن الشحنات المتباينة تنجذب لبعضها البعض، وهـذا يـسمى التـرابط الأيوني، وأيونات الصوديوم والكلور تترابط في بناء كبير ومنتظم متماسـكة سـويا بـالروابط الأيونية.

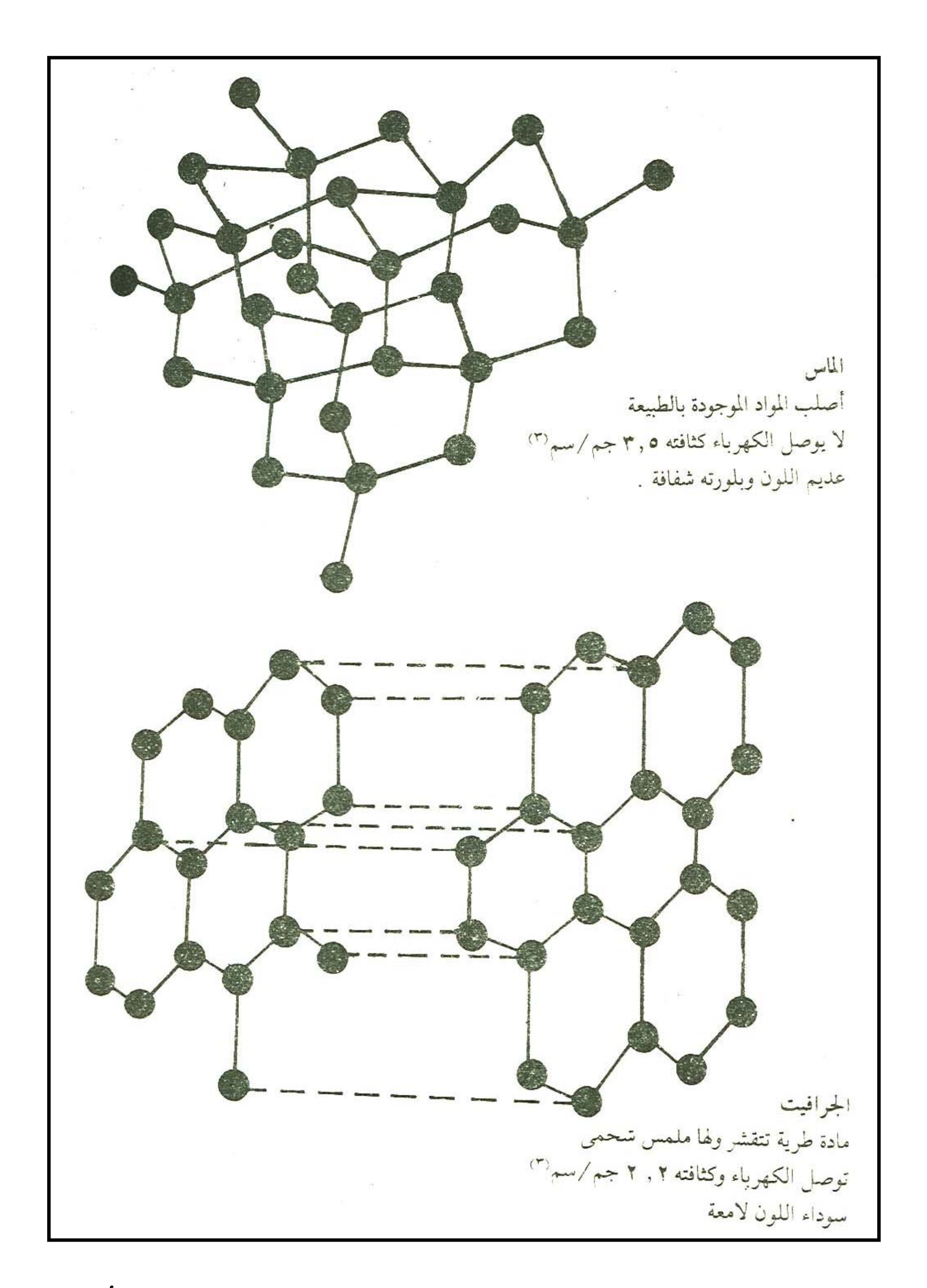


شكل (٩ – ٣)

شكل (٩ – ٣) يوضح الترابط الأيوني في كلوريد الصوديوم؛ حيث تترابط الأيونات معا في بناء ضخم يسمى الشبكية، ولا توصل المواد الأيونية الصلبة الكهرباء لأن الأيونات لا يمكنها الحركة لحمل التيار الكهربي والمواد الأيونية لن توصل الكهرباء إلا إذا صهرت أو أذيبت في سائل، وأصبحت الأيونات حرة الحركة والمواد الأيونية إلكتروليتات.

المواد التساهمية:

تتركب المواد التساهمية من جزيئات، والذرات التي تكون الجزيئات تتماسك سويا بالترابط التساهمي، وهي لا إلكتروليتات، والماس وثاني أكسيد الكربون كلها مواد تساهمية بالرغم من أن للماس صفات تختلف عن ثاني أكسيد الكربون.



شكل (٩ – ٤) الترابط التساهمي في الماس والجرافيت، وكلها موجودة في تراكيب ضخمة والأشكال المختلفة للعنصر الواحد مثل الماس والجرافيت صلبة.

والماس وثاني أكسيد الكربون كلاهما من المواد التساهمية، والسبب في اختلافهما الشديد هو أن الماس جزيئاته عملاقة، بينما جزيئات ثاني أكسيد الكربون صـغيرة، والمـاس أصـلب المواد الطبيعية المعروفة لدينا، وهو صورة من صور الكربون؛ حيث تتـرابط ذرات الكربـون معا بالروابط التساهمية مكونة تركيبا عملاقًا. والروابط التساهمية قوية للغاية وعليه فمن العسير

كسرها، وهذا يوضح صلابة وارتفاع درجتي انصهاره وغليانه.. والجرافيت صورة من صـور الكربون النقي، وشكل (٩ – ٤) يوضح مقارنة بينهما.

(شكل ٩ – ٥) الرابطة التساهمية في ثاني أكسيد الكربون

وثاني أكسيد الكربون مكون من جزيئات صـغيرة (شـكل ٩ – ٥)، وذرات الكربـون والأكسجين في كل جزيء مرتبطة بعضها البعض بروابط تساهمية قويـة. وبـالرغم مـن أن الذرات داخل كل جزيء مرتبطة برابطة تساهمية قوية فإن الجزيئات ذاتهـا ليـست منجذبـة لبعضها البعض بقوة، وهذا يجعل من السهل فصل جزيء عن الآخر، وعليـه فثـاني أكـسيد الكربون يتحول لغاز في درجات الحرارة المنخفضة، وهذا يفـسر لمـاذا تكـون الكيماويـات المصنوعة من جزيئات صغيرة مثل ثاني أكسيد الكربون عادة غازات أو سـوائل فـي درجـة حرارة الغرفة.

الجزء الثالث

كيمياء إنتاج الطعام

من المحتمل أن نتعلم الحياة ونحياها بدون وقود حفري، ومن المحتمل أيـضا أن نـتعلم كيف نحيا بدون مواد كثيرة لكنه من المستحيل أن نحيا بدون طعام؛ فنحن نحتاج الطعام لتزويدنا بالطاقة كما نحتاج إليه لبناء أجسامنا.

والكيمياء تستطيع مساعدتنا في كل مراحل إنتاج الطعـام، ونحـن نـستطيع اسـتخدام الكيماويات لمنحنا التربة الملائمة والظروف الطيبة لإنماء البذور. ونستطيع اسـتخدام الأسـمدة لزيادة حجم محاصيلنا، ونستطيع استخدام الكيماويات لمكافحة الأمراض والحشرات. إن الكيمياء ضرورية لإنتاج الطعام اليوم.

إنتاج الطعام

مشكلة الغذاء بالعالم:

هناك أكثر من ٤٠٠٠ مليون نسمة بالعالم يحتاجون للطعام يوميا، ويزداد هـذا الـرقم بمعدل ٨٠ مليون سنويا، وهذا الرقم يزيد على تعداد المملكة المتحدة، فخلال مـا يزيـد علـى الثلاثين عاما السابقة نجحنا في زيادة إنتاج الغذاء العالمي سنويا بحيث كان هناك تناسـب بـين زيادة الطعام والزيادة السكانية العالمية. ويتناول هذا الفصل الطريقة التي ساعد بها الكيميـائيون على إنتاج الطعام.

ونحن ننتج طعاما كافيا اليوم لتغذية كل العالم، ولكن ما زال هناك بشر جوعى والنـاس في الدول المتقدمة خاصة أمريكا الشمالية وأوروبا يأكلون أكثر مما يحتاجون، وهذا يتسبب فـي إنقاص كم الطعام للآخرين الذين لا يستطيعون شراء ما يكفيهم. إن منظمـة الـصحة العالميـة (WHO) تقدر أن نصف أطفال الدول لا يحصلون على حاجتهم من الطعام.

الغذاء النامي:

إن حوالي نصف تعداد العالم العامل يعمل بالزراعة، وفي بعض الدول قد يتطلب الأمر ما يزيد على ٩٠ % من تعداد سكانها لإنتاج الغذاء لكل فرد.

وفي المملكة المتحدة ٢ % فقط أو فرد واحد من كل خمسين شخصا يعمل بالزراعة.

وبالرغم من أن هذه النسبة ضئيلة في دولة صغيرة فإن أكثر من نصف حـاجتهم مـن الطعام يوفرونها ويشترون النصف الباقي من الخارج. والسبب الرئيسي في إنتاجهم هـذا الكـم الوفير من الطعام بالمملكة المتحدة مرده الطاقة الهائلة الزائدة الموجهة لقطاع الزراعة باسـتثناء الطاقة العضلية البسيطة.

الوقود الحفري هو مصدر هذه الطاقة تقريبا، ووقود الحفريات يستخدم لإدارة الجرارات والآلات الأخرى ولصناعة الكيماويات مثل الأسمدة ومبيدات الأعشاب.

إن هناك طرقًا عديدة لتحسين محاصيل الحبوب في دول العالم، وتتضمن هذه الطرق تهجين أفضل النباتات أو الحيوانات، وإبادة الحشرات التي تدمر المحاصيل، والحصول على الماء لري الأراضي التي تفتقر إليها، واستخدام الصور الملتقطة بالأقمار الصناعية أو الطائرات للتعرف على أنسب الطرق لزراعة الأراضي، وأيضا نستطيع زيادة المحاصيل بإضافة الأسمدة إلى التربة، ويجب أن نضيف الكميات المناسبة من الكيماويات الصحيحة، وعليه يجب أن نعرف الكيماويات التي يحتاجها النبات والحيوان.

الكيماويات في مجال الطعام:

إن الطعام خليط من كيماويات عديدة مختلفة، ونحن نستخدم هذه الكيماويات لتوليد الطاقة التي نحتاجها ولبناء أجسامنا، وعليه يجب أن يحتوي غذاؤنا على المقادير الصحيحة لحوالي ٤٠ عنصرا كيماويا مختلفًا.

ولإعطاء بعض المعلومات حول هذا الموضوع فإن الكيماويات في جسم إنسان متوسط الحجم يمكن استخدامها لصناعة مسمار متوسط الحجم، و٧ قطع صابون، وبعض أقلام الجرافيت، ورءوس ٢٠٠٠ عود كبريت، وجرعة ملح متوسطة الحجم، وقدر من الحجر الجيري يكفي لتبييض كوخ صغير، ونصف رطل سكر، وقدر كافٍ من الكبريت لمعالجة كلب من القمل، وحوالي خمسة جرادل ونصف من الماء.

وأهم أنواع الطعام هي الكربوهيدرات (النشا والسكر) والدهون والبروتينات، وأهم استخدام للكربوهيدرات والدهون هو توليد الطاقة المفيدة لنا، فنحن نحرق الطعام بالأكسجين الذي نستنشقه خلال عملية التنفس، ويتفاعل الطعام مع الأكسجين بطريقة معقدة، ونخرج ثاني أكسيد الكربون والماء. والبروتينات نحتاجها لبناء كل أجزاء أجسامنا، وعلاوة على هذه الأنواع الرئيسية من الطعام فنحن نحتاج إلى كميات صغيرة من الفيتامينات والعديد من الكيماويات الأخرى لكي نحافظ على أنفسنا أحياء.

بناء الطعام من الكيماويات البسيطة:

إن الكربوهيدرات والدهون كيماويات مكونة من الكربون والهيدروجين والأكسجين، أما البروتينات فتحتوي على العناصر السابقة علاوة على النيتروجين. والكربون والأكسجين في الطعام يأتيان أساسا من ثاني أكسيد الكربون، وهناك وفرة من ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي ويأتي الهيدروجين من الماء، فإذا تطلب الأمر قدرا زائدا من الماء فمن الغالب أنه سيتم الحصول عليه من التربة، والآن فإن الأرض المروية تنتج ربع طعام العالم. والنيتروجين في البروتين مصدره الهواء أو المركبات الأزوتية البسيطة في التربة، والنباتات وحدها هي التي

يمكنها تحويل هذه الكيماويات البسيطة إلى كيماويات مفيدة يمكن لنا التهامها كطعام، والبشر والحيوانات الأخرى لا يمكنها العيش بدون الكيماويات التي يصنعها النبات.

التخليق الضوئي:

تستمد النباتات الطاقة من ضوء الشمس لبناء وتكوين الكيماويات البسيطة إلى كيماويات أكثر تعقيدا يمكن لنا استعمالها كطعام.

وهذا ما يعرف باسم التخليق الضوئي، وعندما نحصل على الطاقة من الطعام فإننا في واقع الأمر نحصل على الطاقة الشمسية المخزونة.

ويعتمد التخليق الضوئي على عدد هائل من التفاعلات الكيميائية، وأكثر من هذا؛ فإن ثاني أكسيد الكربون والماء يتم تحويلهما إلى كربوهيدرات مثل الجلوكوز والنشا والكلوروفيل (الصبغة الخضراء في النباتات) هو الحفاز الذي يساعد على حدوث هذه التفاعلات. والمعادلة التالية تعتبر معادلة عامة للتخليق الضوئي:

ثاني أكسيد الكربون + ماء   كربوهيدرات (الجلوكوز) + أكسجين.

٦ ك $أ_{٢}$ + ٦ $يد_{٢}$ أ $ك_{٦}$ $يد_{١٢}$ $أ_{٦}$ + ٦ $أ_{٢}$

ويمكن وصف عملية التخليق الضوئي على أنها عملية ماصة للحرارة لأن النبات يمتص الطاقة الشمسية، مع ملاحظة أن الأكسجين ينتج خلال عملية التخليق الضوئي، ونحن نعتمد على النباتات لتزويدنا بالأكسجين الذي نستنشقه، علاوة على الطعام الذي نأكله فإذا قمنا بقطع الأشجار بأسرع مما تنمو فإن هناك خطرا بسبب عدم اتزان الأكسجين في الهواء الجوي. وكثير من البشر الآن مهتمون بأن الغابات الاستوائية في بعض الأماكن مثل جنوب أمريكا يجري تدميرها بسرعة.

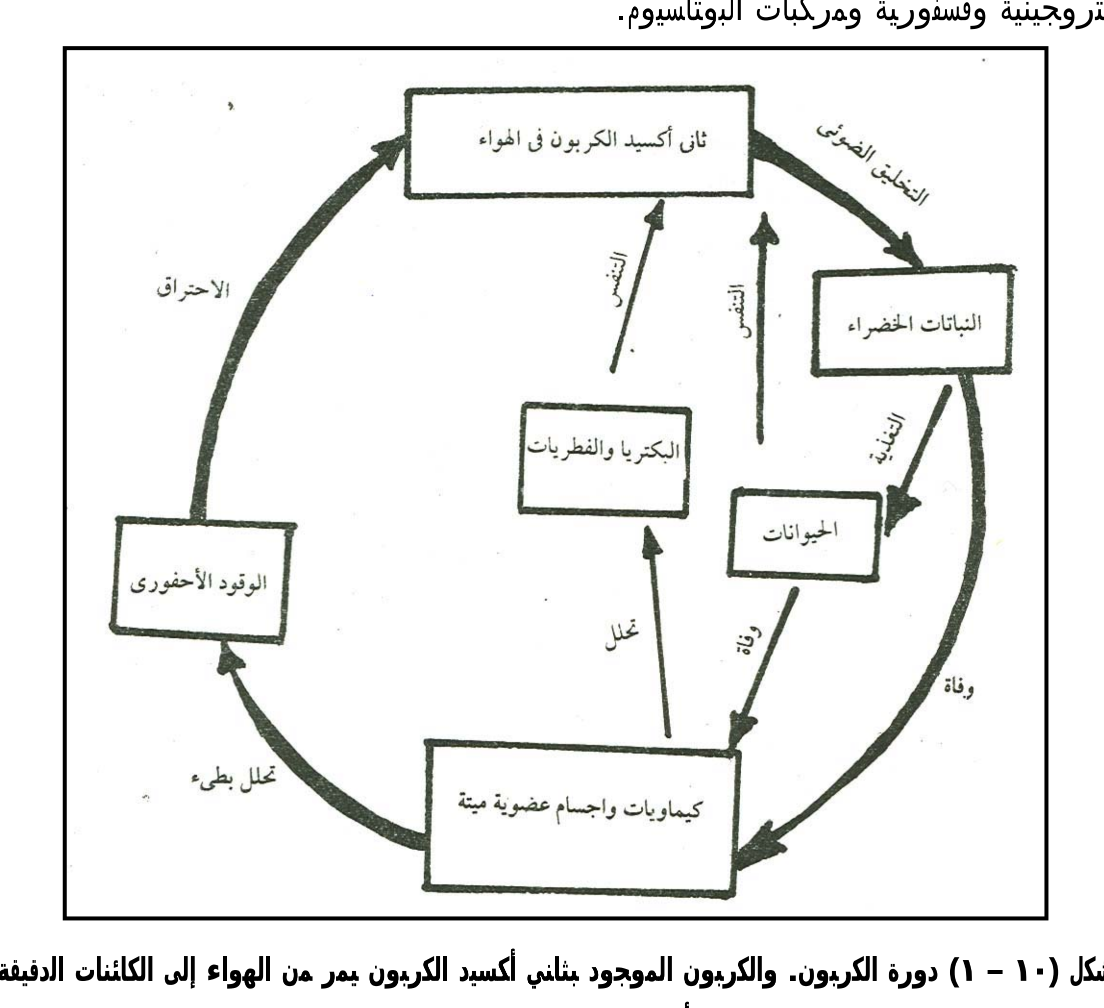
دورة الكربون:

إن كل الكائنات الدقيقة تعتمد على مركبات الكربون، وهذا يفسر سبب تسمية كيمياء مركبات الكربون باسم الكيمياء العضوية. وحركة الكربون من ثاني أكسيد الكربون في الهواء خلال المخلوقات الحية ثم رجوعها للهواء ثانية تعرف باسم دورة الكربون. والتخليق الضوئي هو الرابطة الحيوية بين الكربون في ثاني أكسيد الكربون، والكربون في النباتات والحيوانات.

زيادة من الكيماويات للنباتات النامية:

إن ثاني أكسيد الكربون والماء هما الكيماويات الجوهرية التي تستخدمها النباتات في عملية التخليق الضوئي أما الكيماويات التي تحتاجها النباتات فهي موجودة في التربة وتحصل

عليها النباتات من التربة أثناء نموها. والكيماويات التي تستخدمها تكون غالبيتها مركبات نيتروجينية وفسفورية ومركبات البوتاسيوم.



شكل (١٠ – ١) دورة الكربون. والكربون الموجود بثاني أكسيد الكربون يمر من الهواء إلى الكائنات الدقيقة وأخيرا يعود إلى الهواء ثانية

والنيتروجين على وجه الخصوص هام لأنه يستخدم في صناعة البروتينات، وعند حصاد محصول فإن مركبات النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم تذهب معه، وإذا لم يتم استعواضها في التربة فإن المحصول القادم يكون هزيلاً. وعبر الأجيال يقوم المزارعون بإضافة هذه الكيماويات ثانية إلى التربة، مستخدمين الأسمدة؛ مثل السماد الطبيعي (روث الماشية). وفي المائة عام السابقة فقد تعلمنا كيفية صناعة الأسمدة من الكيماويات الأبسط تركيبا. وباستخدام هذه الكيماويات الحديثة من المحتمل زيادة كم المحاصيل المزروعة إلى الضعف.

مشكلة النيتروجين (الأزوت):

هناك مقدار وافٍ من النيتروجين بالجو، ولكن عددا محدودا من النباتات هي التي تستطيع استخدامه مباشرة. أما الحيوانات فلا تستطيع فعل هذا، ومعظم النباتات اعتادت على امتصاص مركبات النيتروجين خلال جذورها.

وعدد محدود من النباتات تسمى "البقوليات" يمكنها تثبيت النيتروجين مباشرة من الجـو، وتستطيع الانتفاع به، وهذه النباتات التي تشمل البرسيم والبسلة والفول تمتلك بكتريا في جذورها تقوم بذلك لهذه النباتات، وهذه البكتريا تسمى بكتريا تثبيت النيتروجين، والنباتات الأخرى تعتمد على المركبات النيتروجينية الموجودة فعلاً في التربة. وهذه المركبات سـرعان مـا تـستهلك بخلاف ثاني أكسيد الكربون والماء، فإذا لم يتم استعواضها فلن يمكنها إنتاج كثير من الطعـام، وسيتضور أناس أكثر من الجوع.

حل مشكلة النيتروجين:

لقد تعود المزارعون على وضع مركبات الأزوت ثانية في التربة باسـتخدام الأسـمدة الطبيعية ومن بينها المخصبات الطبيعية، ولكن حجم هذه المخصبات محدود فإذا توفرت الأسمدة النيتروجينية فمن الممكن زراعة كميات أكبر بكثير من المحاصيل لإنتاج الطعام.

وخلال القرن السابق تم اكتشاف مصدرين هامين من الأسمدة الأزوتية؛ وأولهمـا هـو جوانو وهو روث الطيور البحرية ويتم شحنه بحرا لاستخدامه كسماد. أما المصدر الثاني فهـو نترات الصوديوم، وجد ويتم تعدينه من مناجمه بشيلي وبوليفيا. والنترات مركبات أزوتية بسيطة ما زالت تستخدم في العديد من الأسمدة الحديثة.

وحتى نهاية القرن الماضي فإن إمدادات الجوانو (سـماد طبيعـي مـن روث الطيـور البحرية، أو سماد مصنوع من فضلات مصانع تعليب الأسماك) ونترات الصوديوم بـدأت فـي النضوب، وعليه تنبأ العلماء بأن أجزاء عديدة من العالم تتضمن أوروبا ستواجه شبح المجاعـة؛ ولذا يجب إيجاد حل لمشكلة النيتروجين (الأزوت). وكانت الإجابة الواضحة هي أخذ نيتروجين الهواء وتحويله إلى مركبات نافعة. والنيتروجين عنصر خامل للغاية ومن العسير مفاعلته، ولكن العالم الألماني هابر استطاع إيجاد حل نهائي لهذه المشكلة في عام ١٩١٣؛ حيث وجـد طريقـة لمفاعلة النيتروجين مع الهيدروجين، وبهذه الطريقة فقد كون مركبا بسيطًا هو الأمونيا (النشادر) ومن الممكن استخدامها مباشرة كسماد أو تحويلها بيسر إلى أسمدة أخرى.

صناعة الأسمدة النيتروجينية (صناعة الأمونيا) "طريقة هابر":

ما زال أحد المصانع الحديثة الذي يقوم بصناعة الأسمدة يستخدم الطريقة التي اخترعها هابر، ولا تزال هذه الطريقة تسمى طريقة هابر.

وفي المملكة المتحدة وحدها يتم تحويل ما يزيد على مليون طن نيتروجين إلـى أسـمدة بهذه الطريقة سنويا.

والأزوت المستخدم يأتي مباشرة من الجو ولا يتكلف شيئًا، وهناك وفرة منـه، ويـأتي الهيدروجين من غاز بحر الشمال (الميثان) وهو والبخار يتفاعلان معا بطريقة خاصة. وهنـاك دول أخرى تستخدم الزيت بدلاً من الغاز الطبيعي لإمداد المصانع بالهيدروجين.

ويتم خلط النيتروجين والهيدروجين معا وتركهما ليتفاعلا ومن العسير أن يتم التفاعل في الظروف العادية، ويتم استخدام ضغط عالٍ (٢٥٠ ضغط جوي)، وحرارة عالية جدا (٤٥٠م°). وبالرغم من ذلك فإن التفاعل يكون بطيئًا ويتم استخدام حفاز من الحديد لزيادة سرعته.

نيتروجين + هيدروجين ⟵ أمونيا

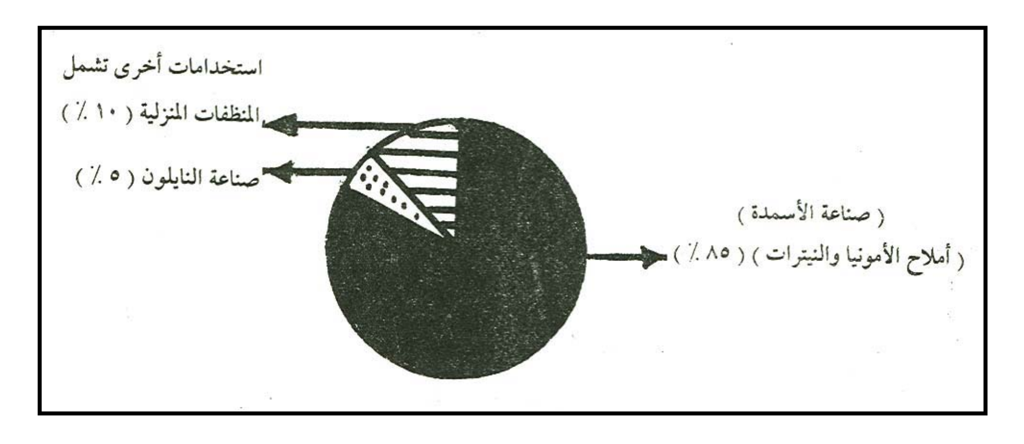
ن ٢ + ٣ يد ٢ ⇄ ٢ ن يد ٣

وناتج هذا التفاعل كمية ضئيلة من الأمونيا فـي كـل مـرة يـدفع فيهـا النيتـروجين والهيدروجين عبر الحفاز الحديدي؛ وهذا ما تفسره الأسهم المتعاكسة فـي المعادلـة حيـث إن التفاعل عكسي.

ويتم استخلاص الأمونيا بتكثيفها في صورة سائلة بينما يؤخذ النيتروجين والهيـدروجين مرة ثانية لمفاعلتهما، وهذه العملية تسمى التدفق المستمر لأن الغازات تتدفق ثانية وعلى الـدوام عبر الحفاز، والتدفق المستمر أو التفاعل المستمر يستخدم لإنتاج كيماويات أخرى عديدة بخلاف الأمونيا. وهذا التفاعل طارد للحرارة ويتم الاستفادة منه حيث يـستخدم لتـسخين النيتـروجين والهيـدروجين قبـل وصـولهما للعامـل الحفـاز؛ لأن الطاقـة الحراريـة مكلفـة للغايـة ولا يصح تبديدها في مصنع كيميائي.

الأمونيا كسماد:

من الممكن استخدام الأمونيا كسماد، وبالرغم من أن قدرا محدودا منها يستخدم مباشـرة في المملكة المتحدة؛ فمن العسير تداول الأمونيا لكونها غازا في ظـروف الـضغط والحـرارة العاديين، وأحيانًا يتم إسالتها باستخدام الضغط وحقنها في التربة. ومعظم الأمونيا المنتجـة يـتم مفاعلتها مع كيماويات أخرى لإنتاج أسمدة صلبة؛ حيث يتم نقلها بيسر وتـسميد التربـة بهـا. ونيترات الأمونيا هي أكثر المركبات النيتروجينية شيوعا اليوم، ويتم إنتاجها بمفاعلة الأمونيا مع حمض النيتريك، وهذا يعني إنتاج قدر هائل من حمض النيتريك، علاوة على الأمونيا. وتحتوي مصانع الأسمدة الحديثة على مصنع لحمض النيتريك علاوة على وحدة إنتاج الأمونيـا، وشـكل (١٠ – ٢) يوضح الاستخدامات الرئيسية للأمونيا.



شكل (١٠ – ٢) استخدامات الأمونيا ن يد ٣

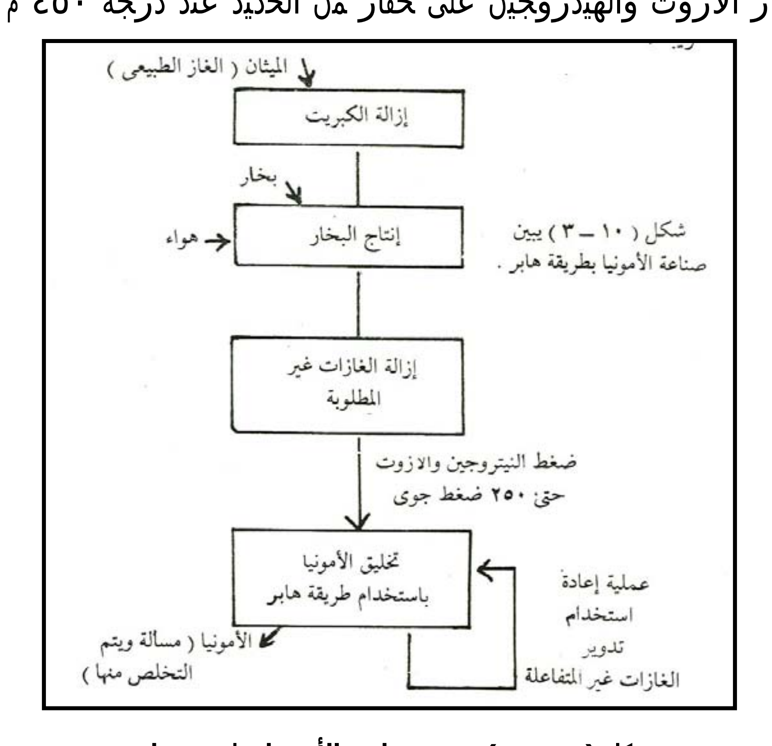
صناعة حمض النيتريك:

يتم تصنيع حمض النيتريك من الأمونيا، ويحتوي الحمض (يد ن أ ٣) على الأكسجين بينما لا تحتوي الأمونيا على الأكسجين، وإنتاج الحمض من النشادر يستدعي أكسدة الأمونيا، وفي القسم الأول من العملية تتم مفاعلة الأمونيا مع الأكسجين، ويتم هذا بإمرار الأمونيا والهواء على حفاز من البلاتين؛ حيث ينتج أول أكسيد النيتروجين.

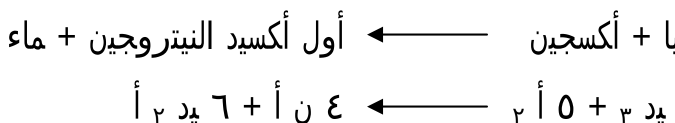
الشوائب التي تحتوي على الكبريت يتم التخلص منها، وعليه يتبقى الغاز الطبيعي، ويتفاعل الميثان مع البخار والهواء على مرحلتين مكونًا خليطًا غنيا بالنيتروجين والهيدروجين.

يتم التخلص من أول وثاني أكسيد الكربون، ويحتوي الخليط الأخير من الغازات على حجم واحد من النيتروجين، وثلاثة حجوم هيدروجين.

يتم إمرار الأزوت والهيدروجين على حفاز من الحديد عند درجة ٤٥٠ م^{5} تقريبا.



شكل (١٠ – ٣) يبين صناعة الأمونيا بطريقة هابر



أمونيا + أكسجين ← أول أكسيد النيتروجين + ماء

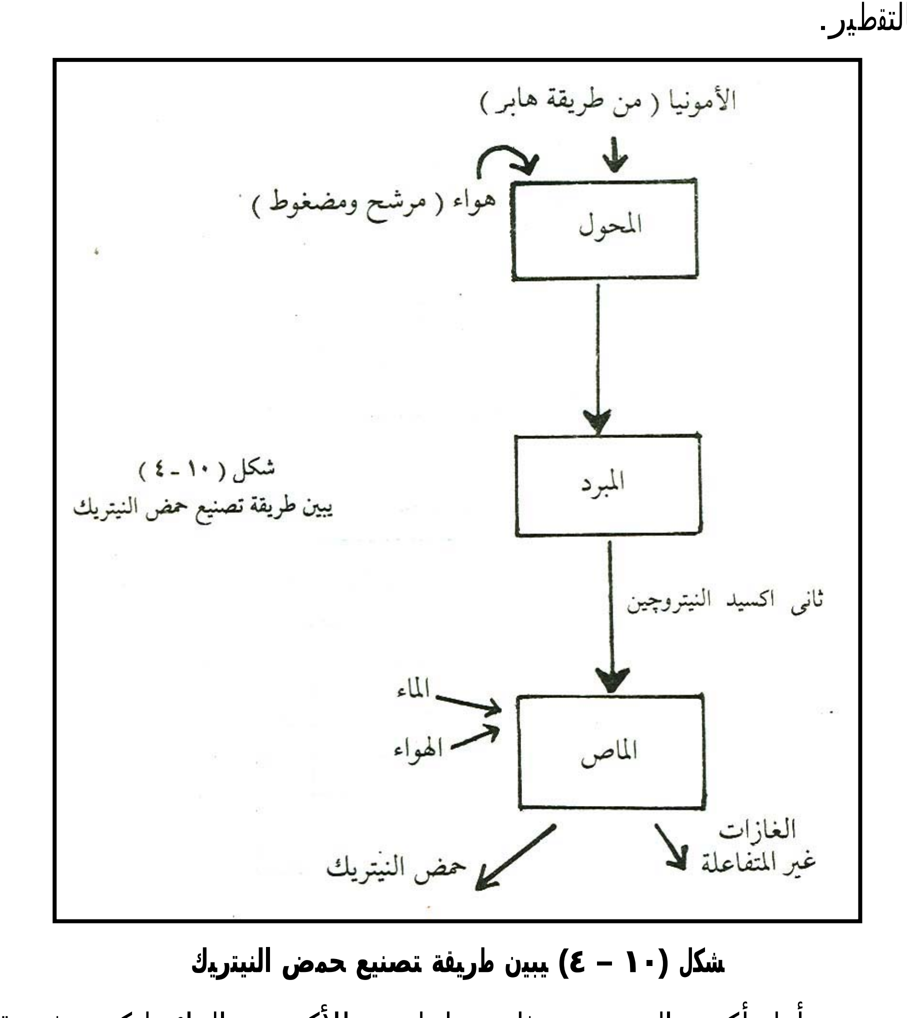
٤ ن يد$_{٣}$ + ٥ أ$_{٢}$ ← ٤ ن أ + ٦ يد$_{٢}$ أ

وهذا التفاعل طارد للحرارة ويتم اختزان الحرارة بإنتاج البخار والممكن استخدامه في أجزاء أخرى من مصنع السماد.

الأمونيا والهواء يتفاعلان عند ٩٠٠ م° في وجود البلاتين كحفاز، وعليه يتكون أول أكسيد النيتروجين.

عند التبريد يتفاعل أول أكسيد النيتروجين مع أكسجين الهواء، وعليه يتكون فوق أكسيد النيتروجين.

يتفاعل فوق أكسيد النيتروجين مع الماء، ويدفع هواء إضافي للمساعدة في تكوين فوق أكسيد النيتروجين لتكوين حمض النيتريك؛ حيث يبلغ تركيزه ٦٥ %، ٣٥ % ماء، ويتم تركيز الحمض بالتقطير.



شكل (١٠ – ٤) يبين طريقة تصنيع حمض النيتريك

عند تبريد أول أكسيد النيتروجين فإنه يتفاعل مع الأكسجين الزائد لتكوين فوق أكسيد النيتروجين.

أول أكسيد النيتروجين + أكسجين ← فوق أكسيد النيتروجين

٢ ن أ + أ$_{٢}$ ← ٢ ن أ$_{٢}$

ويتم إنتاج حمض النيتريك بمفاعلة فوق أكسيد النيتروجين والماء، ويـتم دفـع هـواء إضافي للتأكد من أن فوق أكسيد النيتروجين الزائد عن الحاجة قد تحول إلى حمض نيتريك.

فإذا لم يستخدم الهواء الزائد فإننا نحصل على خليط من حمض النيتريـك (يـد ن أ ٣) والنيتروز (يد ن أ ٢) بدلاً من حمض النيتريك وحده.

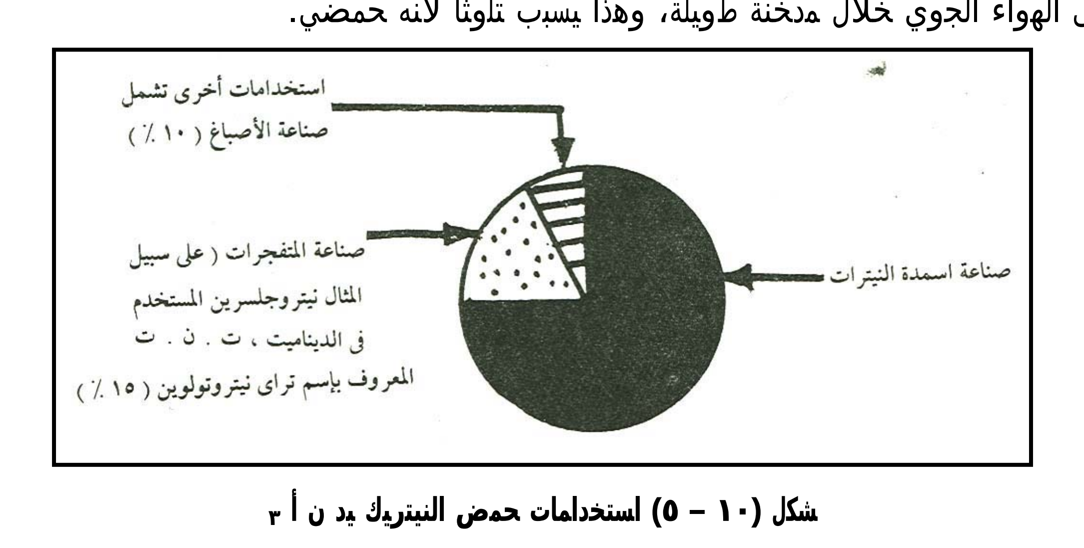
فوق أكسيد النيتروجين + ماء + أكسجين ⟵ حمض النيتريك

٤ ن أ ٢ + ٢ يد ٢ أ + أ ٢ ⟵ ٤ يد ن أ ٣

والشكل السابق يبين مخطط الطريقة المشروعة وهو شكل (١٠ – ٣).

والتفاعل السابق هو مثال آخر لكيمياء الأكاسيد اللا فلزية، والأكاسيد اللا فلزية تـشمل فوق أكسيد النيتروجين، وتكون الأحماض عند ذوبانها في الماء.

وقدر ضئيل من فوق أكسيد النيتروجين لا يمكن تحويله إلى حمض نيتريك؛ حيث يطرد إلى الهواء الجوي خلال مدخنة طويلة، وهذا يسبب تلوثًا لأنه حمضي.



شكل (١٠ – ٥) استخدامات حمض النيتريك يد ن أ ٣

وفي مصانع حمض النيتريك القديمة يمكن رؤية سحابة من فوق أكسيد النيتروجين بنيـة اللون فوق المدخنة. أما المصانع الحديثة فلديها طرق تحكم أفضل ولا يمكن تواجد سحابة فـوق أكسيد النيتروجين بنية اللون.

ولحمض النيتريك استخدامات عديدة خارج نطاق صناعة الـسماد، وشـكل (١٠ – ٥) يوضح هذه الاستخدامات، ومصانع حمض النيتريك والأمونيا غالبا ما تكـون بجـوار بعـضها البعض فهذا المركب الكيميائي ذو قاعدة عريضة.

نترات الأمونيوم (المنتج النهائي):

يتم مفاعلة الأمونيا وحمض النيتريك لإنتاج المركب النهائي (السماد النيتروجيني) نترات الأمونيا.

أمونيا + حمض نيتريك ⟵ نترات أمونيا

ن يد ٣ + يد ن أ ٣ ⟵ ن يد ٤ ن أ ٣

وتنبعث حرارة من هذا التفاعل كافية لصهر نترات الأمونيا. ويتم ضخ نترات الأمونيا السائلة لأعلى البرج الذي يبلغ ارتفاعه ١٠٠ متر، ويتم نثرها لأسفل ثانية، وبمجرد سقوطها لأسفل البرج فإنها تتكسر إلى قطرات. وتبرد هذه القطرات وتكون حبيبات صلبة يتم تجميعها في أكياس للمزارعين.

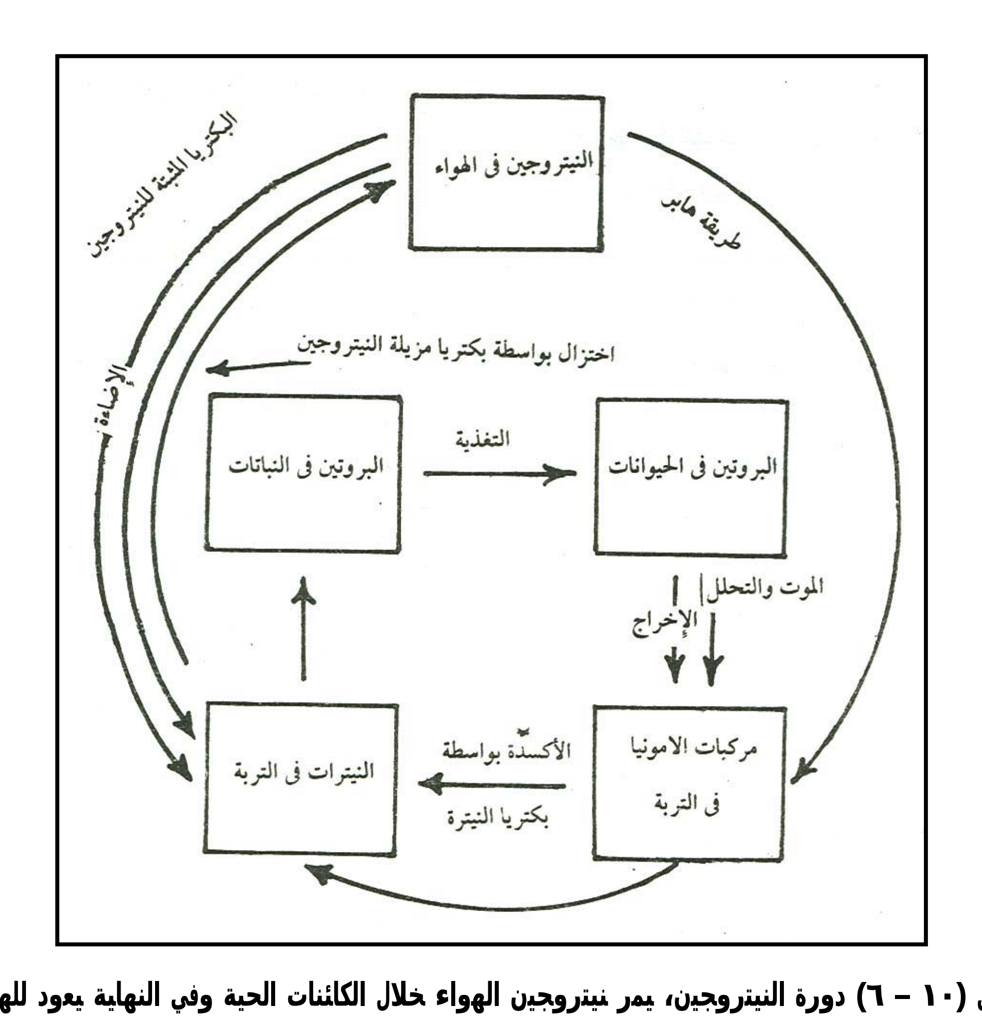
دورة النيتروجين:

إن طريقة هابر هي في واقع الأمر رابطة هامة بين نيتروجين الهواء الجوي ومركبات النيتروجين، والتي تشمل البروتينات في الكائنات الحية، وبدون الأسمدة الحديثة التي تعتمد على طريقة هابر فإننا لن نجد كفاية من الطعام في العالم.

إن حركة النيتروجين من الهواء خلال الكائنات الدقيقة، ثم عودته إلى الهواء ثانية تعرف باسم دورة النيتروجين (شكل ١٠ – ٦).

الأحماض، القواعد والأملاح:

إن تفاعل حمض النيتريك مع الأمونيا لتكوين نترات الأمونيا مثال لنوع من التفاعلات الهامة والشائعة. وعندما تتفاعل الأحماض مع القلويات تتكون مركبات تسمى الأملاح. ونترات الأمونيا مثال لملح لأنه يصنع من تفاعل حمض النيتريك. والقواعد هي الكيماويات التي تتفاعل مع الأحماض لتكوين أملاح، والأمونيا هي قاعدة لأنها تتفاعل مع الأحماض لتكوين مركبات الأمونيا وهي الأملاح.



شكل (١٠ – ٦) دورة النيتروجين، يمر نيتروجين الهواء خلال الكائنات الحية وفي النهاية يعود للهواء

ويجب أن تفكر في أن القاعدة هي المركب العكسي للحمض، وعندما تتفاعل القاعدة مع الحمض معا فكلاهما يتعادل ويتكون ملح.

حمض + قاعدة ⟵ ملح.

الأحماض المختلفة وأملاحها:

ينتج كل حمض عائلته المميزة من الأملاح عندما تتفاعل مع القواعد المختلفة. والأملاح المتكونة من أحماض شائعة يبينها الجدول (١٠ – ١).

الحمض	عائلة الأملاح	مثال الملح
حمض الهيدروكلوريك	الكلوريدات	كلوريد الصوديوم (الملح)
حمض الكبريتيك	الكبريتات	كبريتات مغنسيوم (ملح أبسوم)
حمض النيتريك	النترات	نترات الأمونيوم (الأسمدة)
حمض الفسفوريك	الفوسفات	فوسفات الكالسيوم (العظم)
حمض الكربونيك	البيكربونات	بيكربونات الصوديوم (مسحوق الخبيز)

	كربونات الكالسيوم (الطباشير)	
حمض الستريك	السترات	سترات الصوديوم (الصابون)

جدول (١٠ – ١) بعض الأحماض وأملاحها

القواعد:

باستثناء الأمونيا فإن القواعد الشائعة هي أكاسيد فلزية وهيدروكسيدات فلزية، وعلى النقيض فالأكاسيد اللا فلزية (شاملة ثاني أكسيد الكربون، الكبريت والنيتروجين) حمضية، وهذا اختلاف كيميائي هام بين الفلزات واللا فلزات.

وتستخدم القواعد دائما لمعادلة الأحماض غير المرغوب فيها، ومثال ذلك استخدام لبن المغنسيا لمعادلة زيادة الحموضة بالمعدة وتيسير سوء الهضم.

والمغنسيا هي معلق من أكسيد المغنسيوم (أكسيد فلزي) ذائب في الماء، وتحتوي المعدة على حمض هيدروكلوريك مخفف ويحدث تعادل بين هذين المركبين الكيميائيين.

أكسيد المغنسيوم + حمض الهيدروكلوريك ⟵ كلوريد مغنسيوم + ماء

مغ أ + ٢ يد كل ⟵ مغ كل ٢ + يد ٢ أ

(قاعدة) + (حمض) = (ملح) + (ماء).

الإقلاء:

إن أي قاعدة تذوب في الماء تسمى قلوي، وهذا معناه أن القلويات قواعد، وستتفاعل مع الأحماض منتجة أملاحا.

وهيدروكسيد الصوديوم هو أرخص الإقلاء وأكثرها شيوعا، وقد سبق وصفه عند تفاعل هيدروكسيد الصوديوم. وحمض الهيدروكلوريك في تفاعل التعادل ينتج ملح كلوريد الصوديوم.

هيدروكسيد الصوديوم + حمض هيدروكلوريك ⟵ كلوريد صوديوم + ماء

٢ ص أ يد + ٢ يد كل ⟵ ص كل + ٢ يد ٢ أ

ويستخدم كلوريد الصوديوم بصفة شائعة جدا في منازلنا ومصانعنا، ونسميه الملح، وهناك عدد قليل من القلويات باستثناء محلول هيدروكسيد الصوديوم، ومن بينها محلول الأمونيا وهيدروكسيد الكالسيوم (ماء الجير)، وهما مثالان لنوعين من الإقلاء.

صناعة الأسمدة الفوسفاتية:

إن العديد من الأسمدة الحديثة هي أسمدة مركبة تحتوي على النيتروجين، والفسفور والبوتاسيوم. وأكثر المركبات الكيميائية شيوعا ويحتوي على الفوسفور ويوجد في الطبيعة؛ هو

فوسفات الكالسيوم الحجري. وللأسف فهو لا يذوب في الماء وعليه لن يذوب في التربة ولن تنتفع به النباتات. ومن الضروري تحويله إلى مركب ذائب لينتفع به النبات، وهذا المركب يسمى فوسفات الأمونيا، وتتم صناعته بنفس التفاعل الخاص بصناعة نيترات الأمونيوم، ما عدا أن حمض الفسفوريك يتفاعل مع الأمونيا (النشادر) بدلاً من حمض النيتريك.

التنقيب عن فوسفات الكالسيوم:

إن معظم فوسفات الكالسيوم المستخدم في المملكة المتحدة يستورد من الخارج، ولكن ٥ % من الكمية المستخدمة (وهي كمية ضئيلة) ناتجة من صناعة الصلب، وهذا محتمل لأن فوسفات الكالسيوم ينتج من شوائب الفوسفور التي تزال من الحديد المصهور لصناعة الصلب.

إن الموردين الرئيسيين الثلاثة لفوسفات الكالسيوم للملكة المتحدة هم:

١ – مراكش ٢ – السنغال ٣ – تونس

وهذه التجارة مهمة جدا بالنسبة لهم لأن صخر فوسفات الكالسيوم هو واحد من صادراتهم الرئيسية، ويتم طحن الصخر بالقرب من المنجم، ويشحن بالبواخر إلى المملكة المتحدة. وبالرغم من أن معظم صخر الفوسفات يستخدم لصناعة السماد؛ فإن بعضه يحول إلى منظفات صناعية.

ولصناعة سماد فوسفات الأمونيوم فمن الضروري إنتاج حمض الفسفوريك من صخر الفوسفات، ويتم هذا بمفاعلة الصخر المطحون مع حمض الكبريتيك.

فوسفات الكالسيوم + حمض كبريتيك ⟵ كبريتات كالسيوم + حمض فسفوريك.

وفي المملكة المتحدة فإن كميات هائلة من حمض الكبريتيك المركز تستخدم لهذا الغرض تزيد عن أي غرض آخر، وأي مصنع أسمدة ضخم يجب أن يكون به وحدة إنتاج حمض كبريتيك علاوة على مصانع للأمونيا، وحمض النيتريك.

صناعة حمض الكبريتيك – طريقة التلامس:

إن معظم حمض الكبريتيك المستهلك بالمملكة المتحدة يصنع من عنصر الكبريت، وحوالي ٢٠ كجم من الكبريت تستخدم لكل رجل وامرأة أو طفل في البلاد سنويا.

وبالرغم من ذلك فإن إجمالي تلك الكمية أقل من كمية الكبريت التي تتساقط على الأرض كمطر حمضي، وتقريبا كل كمية الكبريت المستخدمة في المملكة المتحدة يتم تحويلها إلى حمض الكبريتيك.

ويأتي الكبريت من مصدرين رئيسيين: أولهما من رواسب الكبريت الموجودة تحت سطح الأرض، وهناك مناجم كبريت في بعض أجزاء الولايات المتحدة الأمريكية، كما يأتي

الكبريت أيضا من وقود الحفريات، والذي يحتوي دائما على بعض الكبريت. ومعظم هذه الكمية من الكبريت تزال من الوقود بحرقها؛ لأنه إذا لم يتم ذلك سيزيد التلوث نتيجة تكون غاز ثـاني أكسيد الكبريت. وزيت البترول الناتج من بحر الشمال وكذا الغاز الطبيعي منه لا يحتويان على كميات من الكبريت، وعليه يتم شراء الكبريت اللازم للصناعة بالمملكة المتحدة مـن الخـارج، وحوالي نصف الكبريت يأتي من مناجم الكبريت أما النصف الآخر فيأتي من وقود الحفريات.

ويتم تحويل الكبريت إلى حمض الكبريتيك خلال الخطوات الأربع الآتية:

١- يتم أكسدة الكبريت بحرقه في الهواء لتحويله إلى ثاني أكسيد الكبريت.

كبريت + أكسجين ⟵ ثاني أكسيد الكبريت

كب + أ $_{٢}$ ⟵ كب أ $_{٢}$

٢- مخلوط من ثاني أكسيد الكبريت وكمية كبيرة من الهواء المنقى والجاف تدفع في غرفة تفاعل تحتوي على حفاز من أكسيد الفناديوم عند ٤٥٠ م ^{o} تقريبا، وضغط جوي مرتفع، وفي هذا التفاعل يتأكسد ثاني أكسيد الكبريت إلى ثالث أكسيد الكبريت.

ثاني أكسيد الكبريت + أكسجين ⟵ ثالث أكسيد الكبريت

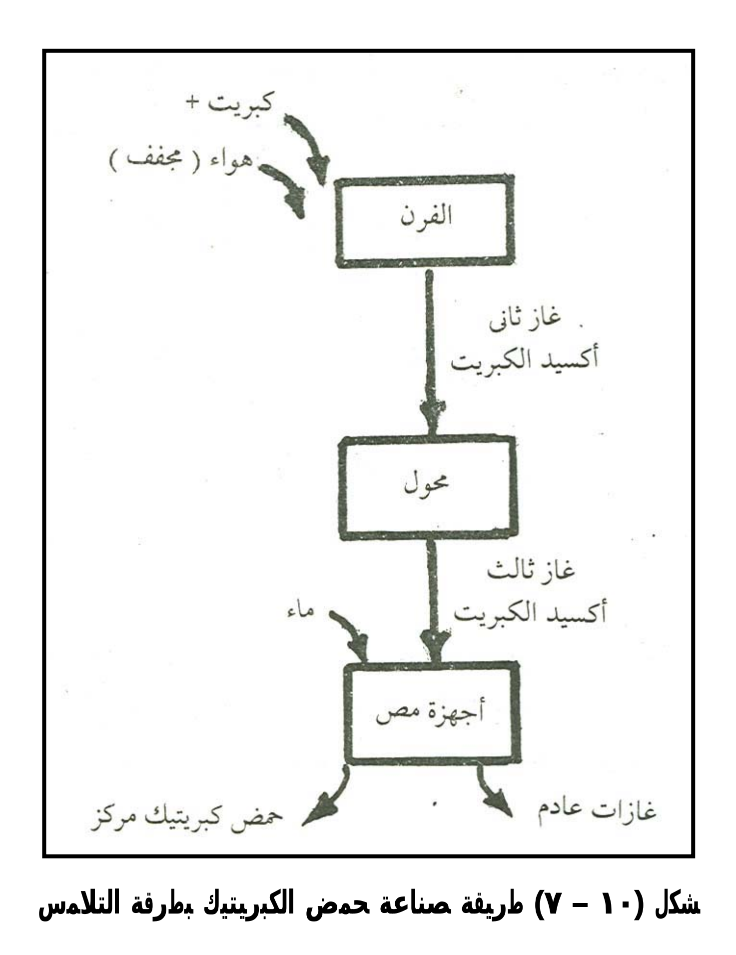
٢ كب أ $_{٢}$ + أ $_{٢}$ ⟵ ٢ كب أ $_{٣}$

يتم حرق الكبريت في هواء جاف، وعليه يتكون غاز ثاني أكسيد الكبريت، وغاز ثـاني أكسيد الكبريت يخلط بالأكسجين، ويمرر خلال طبقات من الأكـسيد الفنـاديوم (حفـاز) عنـد ٤٥٠ م ^{o} تقريبا، وعليه يتحول غالبية ثاني أكسيد الكبريت إلى ثالث أكسيد الكبريت.

يتم امتصاص ثالث أكسيد الكبريت في حمض كبريتيك مركز لمنـع تكـوين شـبورة، ويضاف الماء للاحتفاظ بتركيز الحمض ثابتًا.

٣- إن ثالث أكسيد الكبريت أكسيد حمضي لأنه أكسيد الكبريت، وهو عنصر لا فلزي.

وعندما يتفاعل هذا الأكسيد مع الماء يتكون حمض الكبريتيك، ولا يمكـن إنجـاز هـذا العمل بسرعة في مصنع لأن حمض الكبريتيك يتكون كشبورة دقيقة، وهو سام ومـن العـسير تداوله، وبدلاً من ذلك يتم إذابة ثالث أكسيد الكبريت في حمض كبريتيـك مركـز حيـث ينـتج الأوليوم (حمض كبريتيك مدخن).



شكل (١٠ – ٧) طريقة صناعة حمض الكبريتيك بطرقة التلامس

شكل (١٠ – ٨) يبين استخدامات حمض الكبريتيك (يد ٢ كب أ ٤) في المملكة المتحدة (١٩٨٠)

٤- ويتم إضافة الماء إلى الأوليوم حيث يتفاعل الماء مع ثالث أكسيد الكبريت الذائب مكونًا حمض الكبريتيك.

كب أ ٣ + يد ٢ أ ⟵ يد ٢ كب أ ٤

ويوضح شكل (١٠ – ٧) مخططًا لهذه العملية، وبالرغم من أن الاستخدام الأعظم لحمض الكبريتيك يوجه لصناعة الأسمدة الفوسفاتية لكنه يستخدم على نطاق واسع لأغراض أخرى كما هو واضح في شكل (١٠ – ٨).

فوسفات الأمونيا – الأسمدة الفوسفاتية:

يتم صناعة فوسفات الأمونيوم بتفاعل تعادل آخر غير المذكور سابقًا، بطريقة تماثل نترات الأمونيا، وفي هذه المرة يتم معادلة الأمونيا بحمض الفوسفوريك.

أمونيا + حمض فسفوريك فوسفات أمونيوم

(قاعدة) (حمض) (ملح)

وفي أحوال كثيرة يتم معادلة حمض النيتريك والفوسفوريك معا بالأمونيا، وهذه الطريقة تنتج خليطًا من فوسفات ونترات الأمونيوم، ويتم تحويل هذا المخلوط إلى حبيبات وتعبأ في أجواله.

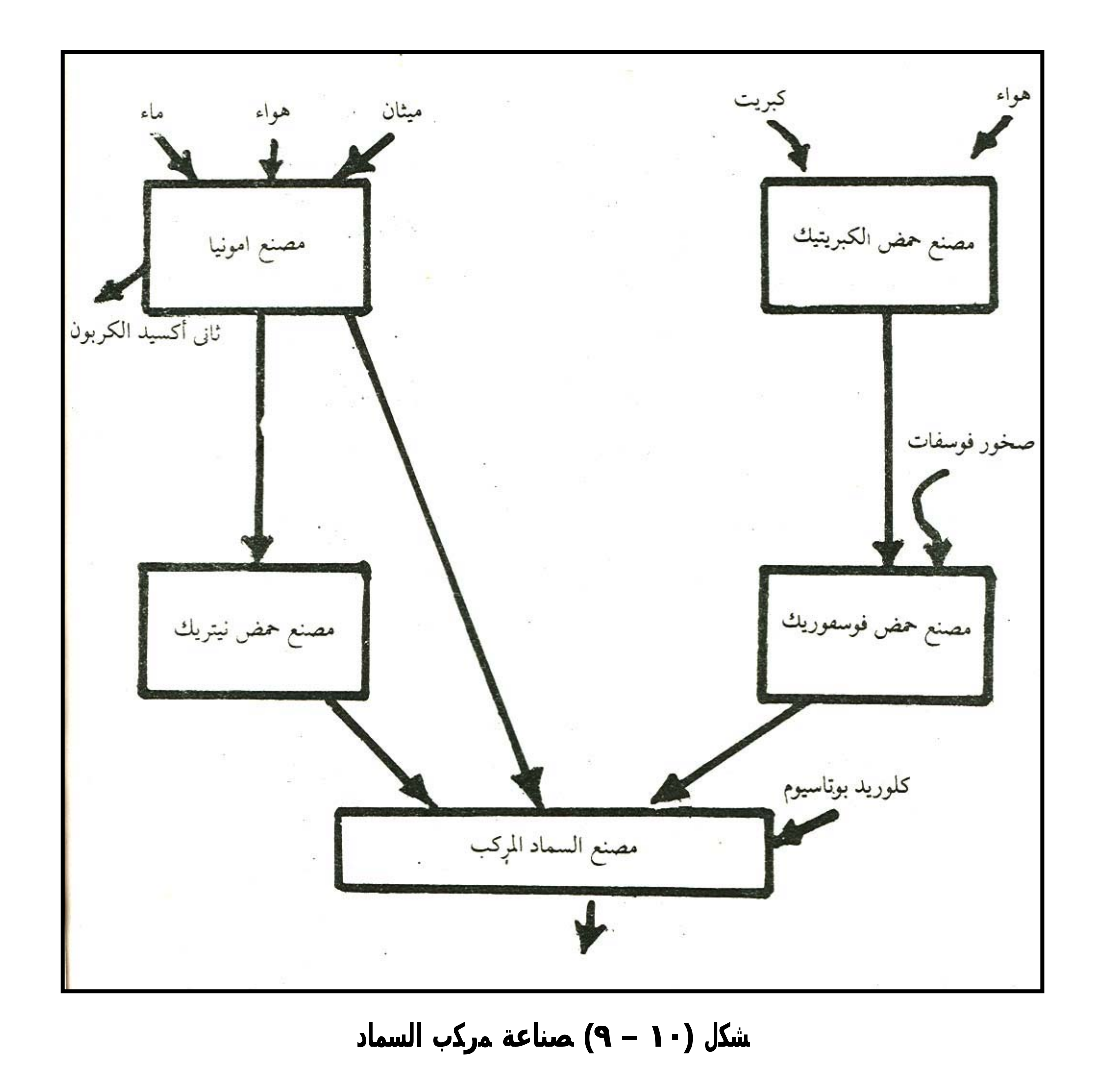
صناعة أسمدة البوتاسيوم:

يحتل البوتاسيوم المرتبة الثالثة بالنسبة للعناصر الثلاثة الهامة التي يحتاجها النبات لنموه، وأسمدة البوتاسيوم أكثر يسرا من ناحية صناعتها عن بقية الأسمدة النيتروجينية والفوسفورية.

وسبب ذلك أن كلوريد البوتاسيوم يذوب بيسر في التربة، ومن الممكن إيجاده وتعدينه من المناجم الموجودة تحت سطح الأرض، ويحتاج فقط إلى استخراجه ثم تنقيته وتعبئته في أجولة.

وكلوريد البوتاسيوم ملح أبيض صلب مثل كلوريد الصوديوم. وكلوريد البوتاسيوم المستخدم بالمملكة المتحدة يأتي بالقرب من ويتبي في يوركشير. ويحتوي المنجم على خليط من كلوريد البوتاسيوم والصوديوم ويتم فصل كلوريد البوتاسيوم عن الملح العادي ثم يجفف ويعبأ.

وهناك سماد "ن ب ف" (NPK)؛ وهو سماد مركب نموذجي يحتوي على نترات أمونيا، وفوسفات الأمونيا وكلوريد البوتاسيوم. فكر لماذا استخدمت هذه الحروف للدلالة عليه؟ وهناك كيماويات عديدة متباينة تستخدم في صناعة أسمدة مركبة، وشكل (١٠ – ٩) يوضح الطريقة الإجمالية.



شكل (١٠ – ٩) صناعة مركب السماد

الطاقة والأسمدة:

الطعام يولد لنا الطاقة، ولكن الناس اعتادت استهلاك الطاقة لتنتج الطعام. وفي المملكة المتحدة فإن نصف الطاقة التي توجه لإنتاج الطعام تسترجع كطاقة غذائية، وهذا أمر مهدر للطاقة؛ فرجل يعيش في أدغال أفريقيا يحصل على طاقة أكثر ثماني مرات من تلك الطاقة التي يبذلها للطعام، والفرق أن العامل البريطاني ينتج أكثر من ألف مرة من الطعام عن رجل الأدغال من كل فدان، وبالتالي يطعم الكثير جدا من الناس، والسبب في هذا مرده أن طاقة زائدة للغاية تبذل بجانب الطاقة العضلية، ووقود الحفريات يستخدم لقيادة الجرارات وآلات أخرى، كما يستخدم أيضا لصناعة الأسمدة والمبيدات الحشرية. وبالرغم من ذلك فحرفة الزراعة بالمملكة المتحدة تستخدم فقط ٤ % من إجمالي موارد الطاقة، وهو طريق جيد لاستغلال مواردنا من وقود الحفريات. وعلى سبيل المثال فإن جوال سماد نترات الأمونيا (٥٠ كجم) يحتوي على نفس الطاقة الموجودة في ٣٠ لتر بترول ولكن جوال السماد سينبت حبوبا تكفي ٥٣٠ شخصا ليوم واحد، بينما البترول يكفي تحريك سيارة حوالي ٢٠٠ ميل. وعليه فأيهما في رأيك أفضل

لاستخدام الوقود الحفري؟ إن أثمانًا مختلفة من الوقود الحفري والأسمدة والطعام التي لها نفـس قيمة الطاقة يوضحها الجدول (١٠ – ٢).

المركب الكيميائي المنتج للطاقة	الثمن التقريبي (١٩٨٣)
٥ لترات بترول	٢ جنيه
٧٥ كجم فحم	١ جنيه
٨ كجم نترات أمونيا	١,٢ جنيه
١,٥ كجم خبز	٧,٧ جنيه
٨٠ لترا لبن	٢٢,٤ جنيه
١٩ كجم شرائح لحم	١٢٥ جنيها

جدول (١٠ – ٢)

هذه الكيماويات تعطي نفس القدر من الطاقة عند استهلاكها، فأيهما أكثر تكلفة الوقود أم الطعام؟ لماذا؟

وبالرغم من أن الزراعة وسيلة جيدة لاستهلاك وقود الحفريات؛ فإن هناك بعض النـاس الذين يعتقدون ويقترحون أنه بالإمكان ترشيد استهلاك الوقود بعناية. وعلى سبيل المثـال فـإن سمادا أكثر وأرضا أكبر تستهلك لزيادة الثروة الحيوانية من أجل الحصول على الطعام بالمقارنة بزراعة الأرض لنمو نفس القدر من الطعام والحصول على البروتين المتمثـل فـي الحبـوب والخضروات.

وبعض الناس نباتيون لأنهم يعتقدون أنه من غير المعقول أو أن في الأمر إسرافًا إذا ما أنتجوا اللحم.

وكثير من الدول غير قادرة على إنفاق الكثير على الأسمدة والوقود من أجـل الميكنـة الزراعية مثل الدول العربية، وهؤلاء يحتاجون بشدة إلى مصادر سماد رخيصة وكـذا مـوارد طاقة.

أحد الاحتمالات هو بناء مصانع بيوجاز صغيرة كما هو مشروح في الفـصل الثالـث، وذلك باستخدام روث الماشية والمخلفات البشرية وبقايا المحاصيل، وعليه يمكن الحصول علـى سماد غني.

التلوث بالأسمدة:

في الأيام التي سبقت تصنيع الأسمدة الصناعية كان المزارعون يستخدمون الكيماويـات الطبيعية فقط في الأرض.

واستخدموا روث الماشية وبقايا الخضروات علاوة على بعض المواد مثل عظام الحيوانات من أجل الحصول على الفسفور (يحتوي العظم على فوسفات الكالسيوم)، وكل هذه الأسمدة ما زالت تستخدم حتى الآن، والكيماويات الزائدة تستخدم ببساطة لإنماء محاصيل أكثر لإطعام الزيادة البشرية العالمية. وأكثر من ٦ مليون طن سماد صناعي تنثر على الأرض في المملكة المتحدة سنويا، وكميات هائلة من هذه الأسمدة تأخذ طريقها للأنهار والبحيرات والمصادر المائية، وأكثر المشاكل صعوبة سببها النترات والفوسفات؛ حيث تستهلكها النباتات المائية مثل الطحالب، وهي أنواع من الطعام. فإذا كان هناك وفرة من النترات أو الفوسفات فإن الطحالب ستنمو بسرعة أكبر وتغطي المجرى المائي، والنباتات التي تنمو تحت الماء لن يمكنها الحصول على ضوء الشمس وعليه ستموت، وستتحال بالبكتريا التي تستهلك الأكسجين الذائب في الماء، وهناك كائنات أخرى تشمل الأسماك ستبدأ في الموت لعدم حصولها على ما يكفيها من الأكسجين، وهذه العملية تسمى الإثراء الغذائي، وتجعل الماء عديم الحياة ذا رائحة. وقد تأثرت شواطئ نورث فلوي بالمملكة المتحدة بهذه الطريقة السابق ذكرها. وبحيرة آري في كندا مثال جسيم آخر، وبالرغم من أن التلوث تم إيقافه فإنه من المعتقد أن البحيرة ستأخذ قرنًا من الزمان لتعود لحالتها الطبيعية. إن النترات خطيرة الأثر على البشر خاصة الأطفال إذا ما وجدت بمصادر الماء؛ لأنها قادرة على إيقاف قدرة الدم على حمل الأكسجين بكفاءة، مثلما يفعل أول أكسيد الكربون. وفي موجة الجفاف التي حدثت عام ١٩٧٦ بالمملكة المتحدة فإن تركيز النترات بالماء تزايد عن الحد الطبيعي لأن الماء قل معينه، وقد حذرت الحكومة من تغذية الأطفال من مياه الشرب العادية.

ويمكننا إنقاص هذا التلوث إذا ما قللنا استهلاكنا من الأسمدة الصناعية، ويعتقد بعض الناس أنه بإمكانهم استخدام الأسمدة الطبيعية والمعروفة باسم الأسمدة العضوية، ولكن إذا لجأنا إلى هذه الطريقة سيتناقص الطعام الناتج.

الأحماض والقلويات في التربة:

إن المحاصيل لن تنمو بصورة ملائمة إن كانت التربة حمضية أو قلوية أزيد من اللازم، ولو احتوت على وفرة من السماد والماء وأشعة الشمس. وفي المملكة المتحدة فإن المشكلة الرئيسية هي الحموضة الزائدة، فإذا ما تمت معادلة الحمض بكفاءة فربما زاد إنتاج الطعام ٢٠ %.

تدريج الرقم الهيدروجيني *PH*:

الحموضة وتعني تركيز الحمض وتقاس على تدريج ما يسمى تدريج الرقم الهيدروجيني PH وإذا كان PH فهذا يعني التعادل (لا حمضية ولا قلوية)، والماء العادي له PH = ٧.

المحاليل الحمضية لها PH أقل من ٧، وكلما قل الرقم زادت الحموضة، والرقم الهيدروجيني لحمض الهيدروكلوريك في معدتك في حوالي ٢. أما PH لحمض الهيدروكلوريك في المعمل حوالي ١.

يمكن أن نطلق اسم الأس الهيدروجيني على PH، ويمكن تعريفه على أنه اللوغاريتم السالب لدرجة تركيز أيون الهيدروجين في المحلول.

والمحاصيل القلوية لها رقم PH يزيد على ٧، وكلما زاد الرقم ازداد تركيز القلوي. والرقم الهيدروجيني PH لهيدروكسيد الصوديوم المعملي = ١٣.

الكواشف:

عند استخدام الكاشف فمن المحتمل معرفة ما إذا كان المحلول حمضيا أو قلويا.

والكواشف كيماويات تعطي ألوانًا مختلفة في المحاليل الحمضية والقلوية، ومحلول عباد الشمس هو أكثر الكواشف استعمالاً، ويتحول إلى اللون الأحمر في الوسط الحمضي، وإلى اللون الأرجواني في الوسط القلوي. ولاختيار التربة فإن كشافًا قياسيا يعطي لونًا مختلفًا في كل PH يجب استخدامه، إنه مزيج من عدة كواشف مختلفة حيث يبين PH للتربة بدقة. وشكل (١٠ – ١٠) يبين لنا ألوان كاشف قياسي في محاليل لها أرقام هيدروجينية مختلفة.

لون الدليل في	أحمر	برتقالي أصفر	أخضر	أزرق نيلي	بنفسجي
محلول قياسي	١ ٢ ٣	٤ ٥ ٦	٧	٨ ٩ ١٠	١١ ١٢ ١٣ ١٤
المحلول	حمض قوي	حمض ضعيف	متعادل	قلوية ضعيفة	قلوية قوية

شكل (١٠ – ١٠) لون دليل القياس في محاليل مختلفة

المحلول	PH
حمض هيدروكلوريك مخفف	١
حمض نيتريك مخفف	١
حمض كبريتيك مخفف	١
حمض الستريك (البرتقال والليمون)	٢
حمض الخليك (الخل)	٣
حمض الطرطريك (العنب)	٣
حمض الكربونيك	٦
لبن البقر الطازج	٦,٥
ماء نقي	٧
ملح الطعام (ملح)	٧
السكروز (سكر)	٧
إيثانول (كحول)	٧
بيكربونات الصوديوم (صودا الخبيز)	٨,٥
الأمونيا	١٠
كربونات الصوديوم (صودا الغسيل)	١١,٥
هيدروكسيد الكالسيوم (ملح الجير)	١٢,٥
هيدروكسيد الصوديوم	١٣

شكل (١٠ – ١١) قيم PH لبعض المحاليل الشائعة

(*PH*) الرقم الهيدروجيني والمحاصيل:

معظم المحاصيل تنمو أسرع في التربة ذات الحمضية الخفيفة (PH ٦ – ٦,٥) فإذا انخفض PH أقل من ٥ تنشأ المشاكل. ومحاصيل مختلفة تحتاج لقيم PH مختلفة في التربة من أجل معدلات نمو قياسية كما هو واضح بالجدول (١٠ – ٣).

إن بعض أنواع التربة تكون بطبيعتها حمضية جدا، وتبلغ قيمة PH ٣ لتربة بوركشير. ومن المحتمل إنبات أو زراعة الغابات في هذه الأنواع من التربة، ولكن ليس المحاصيل العادية،

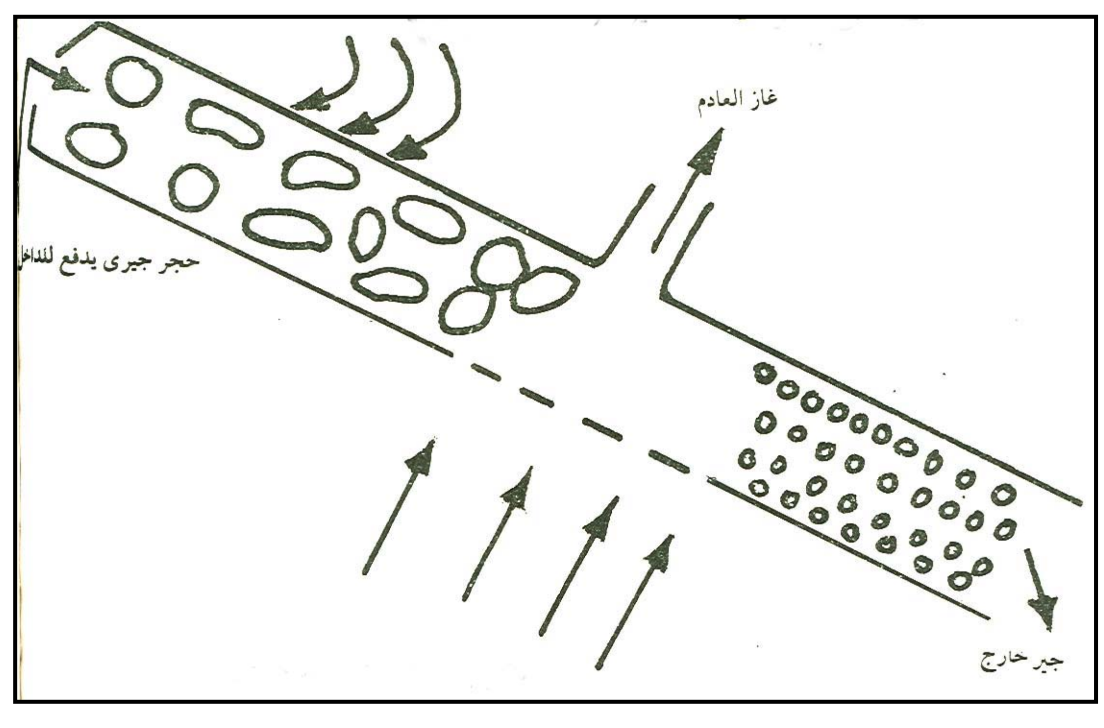
فإذا ما تم استخدام الأسمدة الصناعية في التربة العادية فإنها ستتحول إلى تربة حمضية نسبيا، فإذا ما تطلب الأمر زراعة المحاصيل العادية يجب معادلة الحمضية الزائدة.

المحصول	PH لأفضل تنمية أو نمو
بنجر السكر	٧ – ٧,٥
القمح	٦ – ٧,٥
اللفت	٥,٥ – ٧
الشوفان	٤,٨ – ٦,٢
اللفت السويدي	٤,٧ – ٥,٦

جدول (١٠ – ٣) قيم PH القياسية لمحاصيل مختلفة

الجير لمعادلة الحمضية الزائدة:

يتم معادلة الحمض الزائد غير المرغوب فيه بإضافة قاعدة للتربة. والجير قاعدة رخيصة وملائمة وتركيبه الكيميائي أكسيد الكالسيوم، ويمكن الحصول عليه من كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري).



شكل (١٠ – ١٢) قمينة جير دوارة

قمينة حرق الجير:

وتتكون من أسطوانة كبيرة، وتنحدر بدرجة بسيطة وتدور دورة واحدة كل دقيقة، ويتم شحنها بحجر الجير من عند طرف واحد، ويجف الحجر الجيري عندما يسخن ويتحول من

كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري) إلى أكسيد الكالسيوم (الجير الحي). ويتم إنتاج الجير علـى نطاق كبير من خلال قمائن حرق الجير (شكل ١٠ – ١٢)، ويتم تسخين الحجر الجيري في فرن خاص، ويتحلل منتجا الجير الحي وغاز ثاني أكسيد الكربون.

كربونات الكالسيوم ⟵ أكسيد الكالسيوم + ثاني أكسيد الكربون

كا ك أ ٣ ⟵ كا أ + أ ٢

وأحيانًا يستخدم أكسيد الكالسيوم مباشرة، ويسمى الجير الحي، وفي حالات أخرى يتفاعل أكسيد الكالسيوم مع الماء مكونًا لبن الجير (الجير المطفـأ)، وتركيبـه الكيميـائي هيدروكـسيد الكالسيوم. وهذا التفاعل طارد للحرارة حيث ينتج قدرا هائلاً من الحرارة كافيا لتحويل الماء إلى بخار.

أكسيد الكالسيوم + ماء ⟵ هيدروكسيد الكالسيوم

جير حي + ماء ⟵ لبن الجير (الجبر المطفأ)

كا أ + يد ٢ أ ⟵ كا (أ يد) ٢

وكربونات الكالسيوم في صورة طباشير تستخدم أيضا لمعادلة الأحماض بالتربـة؛ لأن كل الكربونات تتفاعل مع الأحماض وتعادلها. وغالبا ما يكون من الأفضل اسـتخدام الطباشـير بدلاً من الجير؛ لأنه لا يذوب في الماء ولا يقوم بعملية غسيل للتربة بسرعة هائلة. والجير الحي والجير المطفأ كلاهما قلوي؛ لأنهما قواعد تذوب في الماء. ولبن الجير قلوي معملـي أي جيـر مطفأ وتم تخفيفه، ويضاف الجير ليس فقط لمعادلة الحمض الزائد بل ويساعد أيضا في صـرف الماء خلال التربة، وهذا أمر هام جدا خصوصا في التربة الطينية السميكة، والتي تصبح لزجـة جدا ومملوءة بالماء إذا لم تحصل على الجير المضاف من وقت لآخر.

وبعض أنواع التربة في المملكة المتحدة لها PH أكبر من ٧، وهذا يعني أنهـا قلويـة؛ وهذا أمر شائع جدا في بعض أنحاء القطر التي يتواجد بها الطباشير أو الحجر الجيـري تحـت سطح الأرض، ومن الضروري أن يتم تحويل هذه الأنواع من التربة إلى أنواع حمضية أكثر إذا ما كانت هناك رغبة في زراعة المحاصيل.

مبيدات الآفات:

مبيدات الآفات كيماويات تقتل الآفات، والتحكم في الآفات عملية حيوية من أجل إنتـاج الطعام. وفي العالم كافة فإن الأمراض والآفات تدمر ثلث المحاصيل، وفي آسيا وإفريقيا وأمريكا الجنوبية تبلغ النسبة أكبر من الثلث بكثير، وأكثر من ٤٠ % من المحاصيل في هـذه المنـاطق تتلف. وتسبب الحشرات أغلب الأضرار بالمقارنة ببقية الآفات والأمراض معـا؛ حيـث تقـوم الحشرات بالقضاء على النباتات بقضمها ومضغها، وقد تحمل فيروسـات الأمـراض للنباتـات

وتسبب الإصابة بالعدوى في الحيوانات مثل الأبقار والخراف.. والكيماويات التي تستخدم ضد الحشرات تسمى المبيدات الحشرية.

والأعشاب أيضا يمكنها الإضرار بالمحاصيل، ومن المحتمل أن تقوم بإيقاف نمو المحصول وتفسد المحصول، وبعض الأعشاب سامة، ومن الممكن أن تجعل المحصول عديم الفائدة كغذاء، والكيماويات التي تستخدم ضد الأعشاب تسمى مبيدات الأعشاب.

وهناك أنواع عديدة أخرى من الآفات باستثناء الحشرات والأعشاب، وأهم أنواعها الفطريات، وتشمل فطر الخبز، ومبيدات الفطريات تستخدم للتعامل مع هذه الآفات.

مبيدات الحشرات:

إن نصف مبيدات الآفات المباعة في العالم مبيدات حشرية. والـ.. د. د. ت هو أول مبيد حشري صنعه الإنسان؛ وذلك في عام ١٨٧٤، ومع ذلك لم يستخدم بهذه الكثرة إلا بعد الحرب العالمية الثانية، وتركيبه الكيميائي ثنائي كلورو ثنائي فنيل ثلاثي كلورو إيثان. ويوضح شكل (١٠ – ١٣) تركيبه الكيميائي المعقد، وهذا التركيب المعقد مثل أغلب المبيدات الحشرية، ويحتوي على الكلور، وينتمي لعائلة من المبيدات الحشرية تسمى "العضويات المكلورة" (ب. س. كل) (بنزين سداسي كلوريد) ألدرين وثنائي ألدرين مبيدات كلور عضوية أيضا.

الـ... (د. د. ت) كانت له فوائد عظيمة.. أنقذ أرواح الملايين بقتله البعوض الحامل للملاريا.. وللأسف فإن الكيماويات لها آثار ضارة بجانب آثارها النافعة.

الـ (د. د. ت) مركب كيميائي ذو مفعول طويل، ويجد طريقه إلى الحيوانات خلال السلسلة الغذائية، وكميات د. د. ت تتراكم بانتظام داخل الجسم، خاصة في الأجزاء الدهنية، حتى يصاب الحيوان بالتسمم. وإن الصقر آكل العصفور والصقر الجوال نوعان من الطيور تأثرا بهذا النوع من المبيدات الحشرية في المملكة المتحدة.

وهناك دول عديدة الآن حظرت أو وضعت قيودا صارمة لاستخدام د. د. ت، والمبيدات الحشرية من العضويات المكلورة الأخرى، وربما حرمت استخدامها تماما.

وهناك مجموعة ثانية من المبيدات الحشرية تتألف من المركبات العضوية المحتوية على الفسفور.. إنها المبيدات الحشرية الفسفورية، ومثال ذلك "مالثيون" الموضح بشكل (١٠- ١٣) وتستخدم الآن بدلاً من المركبات العضوية المكلورة مثل د. د. ت لأنها قصيرة المفعول. وبالرغم من ذلك فهناك مشاكل عديدة مع تلك المبيدات الحشرية؛ فبإمكانها تدمير حياة الحيوان، وأيضا اكتسبت الحشرات مناعة ضدها، ويحاول العلماء اكتشاف أو تخليق كيماويات جديدة لاستخدامها، أو سبل جديدة لاستخدامها، فإذا حاول البعض استخدام كميات أكبر من

المبيدات القديمة للتغلب على المناعة التي اكتسبتها الحشرات، فهنا مخاطرة إحداث تلـوث أشـد وأخطر.

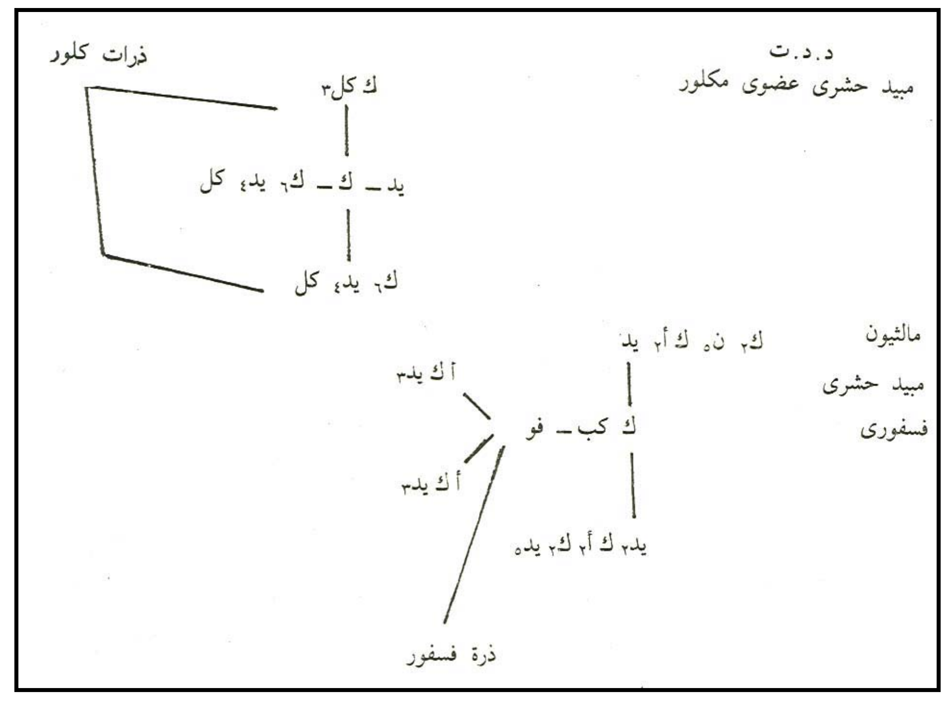
ويتم استخدام المبيدات الحشرية عادة برشها على المحاصيل، وهناك الخزانات المحمولة ظهرا، أو الجرارات والطائرات التي يمكن استخدامها لأداء مثل هذا الغرض، وهنـاك بحيـرة صافية في كاليفورنيا تم رشها بمبيد د. د. د، وهو شبيه بمبيد د. د. ت وجـد أن العديـد مـن الطيور الغطاس التي تعيش على الأسماك قد وجدت مؤخرا بعد أن تسممت بهذا المبيـد الـذي دخل سلسلتها الغذائية من الماء إلى العوالق الحية النباتية أو الحيوانية، فالسمك، وأخيـرا إلـى طائر الغطاس أو الغواص.

مبيدات الأعشاب:

أمكن تقسيم مبيدات الأعشاب إلى مجموعتين؛ فبعض الأنواع ستقتل كل أنواع النبـات، وتسمى هذه المجموعة مبيدات الأعشاب اللا اختيارية، وهناك أنواع أخرى تـسمى الاختياريـة وستقضي فقط على نباتات معينة.

والباراكوات مثال للنوع اللا اختياري (شـكل ١٠ – ١٤)، فقـد قتـل كـل النباتـات الخضراء، وهو مفيد خصيصا لأنه يمكن معالجة حقل بأكمله ثم إعـادة زراعتـه، ولكـن لـه مخاطره، فهو قاتل إذا ما تم بلعه، ولا يوجد ترياق مضاد له.

والباركوات مثل سائر الكيماويات الخطيرة يجب الحفاظ عليه في أوعية عليها بطاقـات تبين كافة البيانات مع حفظه بعيدا عن الأطفال.



شكل (١٠ – ١٣) مبيدات حشرية

إن مركب ٢، ٤، ٥ T مثال لمبيد حشري اختياري (شكل ١٠ – ١٤)، وهو يفيد خصيصا ضد الأعشاب المثبتة مثل الفراص، وهو نبات ذو وبر شائك. ولحماية محاصيل الحبوب هناك مبيدات حشرية محدود دار حولها جدل ونقاش مثل ٢، ٤، ٥ ت، وهو يحتوي على آثار من الديوكسان، وهو مركب كيميائي سام جدا، وجرعات صغيرة منه معروف أنها تسبب السرطان، وتشوهات خلقية في الحيوانات. والديوكسان موجود أيضا في "العميل البرتقالي"، وهو سلاح كيميائي استخدم بمعرفة الولايات المتحدة الأمريكية ضد الفيتناميين، وقد تم تحريم استخدام المركب ٢، ٤، ٥ T الآن في عديد من الأقطار.

الباراكوات مبيد عشب لا اختياري

٢ ، ٤ ، ٥ – ت مبيد عشب اختيارى يهاجم النباتات ذات الأوراق العريضة

شكل (١٠ – ١٤) مبيدات أعشاب

مبيدات الفطريات:

يمكن للفطريات أن تسبب ضررا للمحاصيل، وفي عام ١٨٤٥ حدثت مجاعة في أيرلندا بسبب فطر يسمى آفة البطاطس، وقد مات مليون نسمة بسبب المجاعة نظرا لانهيار محصول البطاطس، وهناك فطريات عديدة تحتوي على مركبات النحاس، ومثال ذلك خليط بوردلكس، ويحتوي على كبريتات النحاس والجير واكتشف مضارها. لقد وضعها مزارع نبيذ فرنسي على مزارع الكروم لإيقاف عبث الأطفال، ولكنه وجد أن الكيماويات قتلت فطر عفن الخبز، وأمراضا أخرى دأبت على مواجهة مزارع الكروم.

المستقبل:

إن مخاطر المبيدات الحشرية أصبحت واضحة للغاية، ولكن الأمر لن يخلو من استخدام بعض المبيدات الحشرية للحصول على محاصيل طيبة. إن استخدام المبيدات الحشرية يجب أن يرتبط بكل من تربية المحاصيل التي تقاوم الأمراض، وتطوير الوسائل البيولوجية التي تقاوم الحشرات. إن الدورة المحصولية الملائمة والصحيحة هامة أيضا.

واستخدام مبيدات الآفات يجب أن يتم في أصغر وأقل كمية ما أمكن.. أما مبيدات الآفات التي تشكل خطورة لأعوام طويلة مثل د. د. ت فيجب عدم استخدامها إطلاقًا.

العلماء يختبرون آلاف الكيماويات الجديدة سنويا للتعرف على قدراتها، وهل تصلح كمبيدات آفات لأن مبيد الآفات المثالي يجب أن يهاجم الحشرة وحدها تاركًا الكائنات الحية الأخرى وشأنها، ومن العسير تماما التوصل إلى مبيد الآفات هذا.. وقليل من الحشرات تعتبر آفات، ولكن المبيدات الحشرية تقتل العديد من أنواع الحشرات، وتؤثر في الحيوانات أيضا، وهناك كثير من العمل على الكيميائيين إنجازه.

الجزء الرابع

الكيمياء في المنزل

إنه من المستحيل أن نتخيل الحياة اليوم بدون الكيمياء. مئات من الكيماويات المفيدة تجد طريقها إلى منازلنا، والكثير من هذه الكيماويات مثل الغـاز الطبيعـي والفلـزات والبلاسـتيك والطعام تم شرحها في الفصول السابقة، وهذا القسم الأخير يتنـاول بعـضا مـن الكثيـر مـن الكيماويات الشائعة التي تستخدمها في المنزل. انظر حولك في منزلـك خاصـة فـي المطـبخ والحمام ستجد بعض هذه الكيماويات؛ ستجد الصابون والمنظفات ومساحيق الغسيل والتنظيـف، وستكتشف أن الأدوية وأنواعا أخرى من العقاقير هي في واقع الأمر كيماويات، وستجد نفـسك أيضا قادرا على اكتشاف كيماويات أخرى تستخدم في الطهي أو في صناعة البيرة والنبيذ.

وهذا القسم من الكتاب يبدأ بالكيماويات التي نجدها على الدوام وهو الماء.

مصادر الماء

الماء:

الماء هو أكثر الكيماويات أهمية بعد الأكسجين. والناس يمكنهم العيش لأسـابيع بـدون طعام، ولكنهم لا يمكنهم العيش بدون ماء إلا حوالي ستة أيام فقط، وحوالي ثلثي جـسمك مـن الماء، وأنت تحتاج حوالي لترين ماء يوميا لطعامك وشرابك، وهذا يحل محل الماء الذي تفقـده كعرق، وفي البول، وخلال عملية التنفس.

الماء في العالم:

يشكل الماء المالح معظم الماء بالعالم، وهو موجودة بالبحار والمحيطات، ولا نـستطيع استخدام هذا الماء فنحن في حاجة إلى الماء العذب لمعظم حاجياتنا؛ للشرب، للطهي، للاغتسال، ولصناعاتنا. والماء العذب نسبته ٣ % فقط في العالم، ومعظم هذه النسبة متجمدة فـي القطبـين الشمالي والجنوبي، وبالرغم من ذلك فهناك كفاية من الماء العذب في معظم الأقطار فـي هـذه اللحظة.

كيفية استخدام الماء:

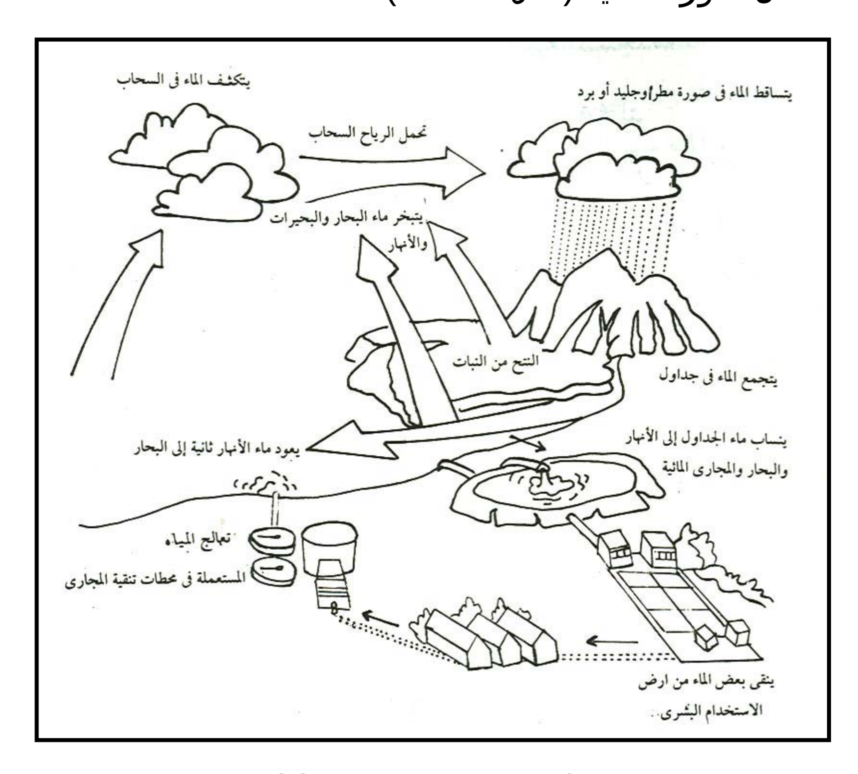
الماء حق لكل فرد في المملكة المتحدة، ويستهلك كل فرد حوالي ١٥٠ لترا ماء بمنزلـه يوميا، وكل مرة تصب ٩ لترات في التواليـت تـذهب للبحـار (جـدول ١١ – ١)، والمـاء لا يستخدم بكثرة هائلة بالمنزل، فأكثر منه يستخدم في الصناعة، وجدول (١١ – ٢) يبين بعض الأمثلة لتلك الاستخدامات، وعند إضافة كل هذه الاستخدامات لبعضها البعض فإن نـصيب كـل فرد في الدولة الصناعية يقارب ٥٠٠ لتر ماء يوميا.

الدورة المائية:

نادرا ما يستمر الماء في مكان واحد لفترة طويلة، ويستقر فقط إذا ما تجمد إلى ثلج دائم أو إذا استقر في عمق الأرض. وبعض الماء في الآبار الارتوازية العميقة ظل هكذا أكثـر مـن ٢٠,٠٠٠ سنة. ومعظم الماء يستقر فقط في نفس مكانه لعدة أيام، وجزيء الماء يبقى كما هو في الغلاف الجوي لمدة ١٠ أيام.

تستمد حركة الماء طاقتها من الشمس؛ حيث تقوم الطاقة الشمسية بتبخيـر المـاء مـن الأنهار والبحيرات والمحيطات ليختلط بالهواء والنباتات التي تحصل على الطاقة من الـشمس، وتفقد الماء للهواء عن طريق عملية النتح.

ويتجمع الماء في صورة سحب وعند ارتفاعها فوق التلال والجبـال فإنهـا تبـرد ثـم لا تلبث قطرات الماء أن تتكثف ثم تسقط على هيئة مطر أو جليد أو برد، وبعض الماء يـسقط مباشرة في البحر ولكن معظمه يسقط على الأرض؛ حيث تحمله جداول الماء والأنهار.. وأخيرا فإن معظم هذا الماء يجد طريقه مرة ثانية للبحار، ثم لا تلبث الدورة أن تعود ثانية، وتلك الحركة المستمرة للماء تسمى الدورة المائية (شكل ١١ – ١).



شكل (١١ – ١) يبين دورة الماء

استخدامات الماء	الكمية المستهلكة بمعرفة الشخص يوميا
الاغتسال والاستحمام	٥٠ لترا
تنظيف المرحاض	٥٠ لترا
المطبخ	١٥ لترا
غسيل الأطباق	١٥ لترا
رش الحديقة وغسل السيارة	١٠ لترات
الشرب والطهي	٥ لترات

الإجمالي	١٤٥ لترا

جدول (١١ – ١) استخدامات الماء في المنزل

استخدامات الماء	الكمية المستخدمة
صناعة سيارة عائلية	٤٥٠,٠٠٠ لتر
صناعة طن طلب	٢٠٠,٠٠٠ لتر
صناعة الورق لجريدة واحدة	٢٠٠ لتر
صناعة حقيبة أسمنت	١٨٠ لترا
لتر بيرة	١٠ لترات

جدول (١١- ٢) استخدامات الماء في الصناعة

تجميع الماء:

إن المصادر المائية في المملكة المتحدة تأتي معظمها من الأنهار والبحيرات والخزانات المائية، ومن الطبيعي وجود وفرة من الماء نظرا لسقوط أمطار غزيرة على المملكة المتحدة.

والأمطار المتساقطة على جبال المملكة المتحدة من الممكن تخزينها ودفعها في مواسير إلى المدن الكبيرة، وفي عام واحد (١٩٧٦) شاهد الناس موجة الجفاف المحدودة التي حدثت في المملكة المتحدة؛ حيث توقف هطول المطر لشهرين وتوقف الناس عن رش الحدائق والاهتمام بالمناطق الخضراء وتنظيف السيارات أو تشغيل النافورات. وبالرغم من ذلك فلقد كان الماء متوفرا للجميع وعاد الماء للوصول قبل أن تنضب الموارد المائية للعديد من الناس.

ودول كثيرة عليها أن تحيا مع الجفاف وقتًا طويلاً، أو مع موجات جفاف طارئة تستمر شهورا؛ حيث تموت المحاصيل والثروة الحيوانية، ويصبح البحث عن الماء مشكلة رئيسية. وفي عام ١٩٨٠ تأثر عدد من الدول في إفريقيا وأمريكا الجنوبية وأستراليا بدرجـة كبيـرة بـسبب الجفاف، والجفاف له تأثيره السيئ على الناس والمحاصيل على حد سواء، وموجة الجفاف التـي اجتاحت إثيوبيا عام ١٩٧٢ تسببت في قتل ٢٠,٠٠٠ نسمة على الأقل.

وفي بعض الدول يتم إنتاج الماء العذب بتقطير ماء البحر، وهذا مـا يـسمى بالتحليـة بمعنى إزالة الملح؛ وهو أمر مكلف حيث تحتاج هذه العملية إلى طاقة حرارية هائلة لغلي الماء، وفي هونج كونج يوجد أكبر مكثف لتحلية ماء البحر، وحتى هذه اللحظة لم يتم تـشغيله حيـث يحتاج الأمر إلى كمية زيت كبيرة باهظة التكاليف، أما الدول التي لديها احتياطيات من الزيـت والغاز، فهي وحدها التي تستطيع إنتاج الماء بهذه الطريقة مثل السعودية والكويت.

وأحد الاقتراحات هو جر جبل للجليد إلى الدول النامية الحارة لتوفر مياه الشرب، وهذه الجبال تحتوي على الماء العذب؛ حيث يترسب الملح عندما تتجمد مياه البحر، ومن الممكن قطر جبل جليد من القارة القطبية الجنوبية إلى أستراليا في حوالي شهر. وحتى إذا ذهب نصف هـذا الجبل هباء عن طريق ذوبانه فإنه يزود ٤ مليون نسمة سنويا بكفايتهم من الماء، ومن المحتمـل أن يكلف هذا الأمر جنيها إسترلينيا واحدا لكل فرد.

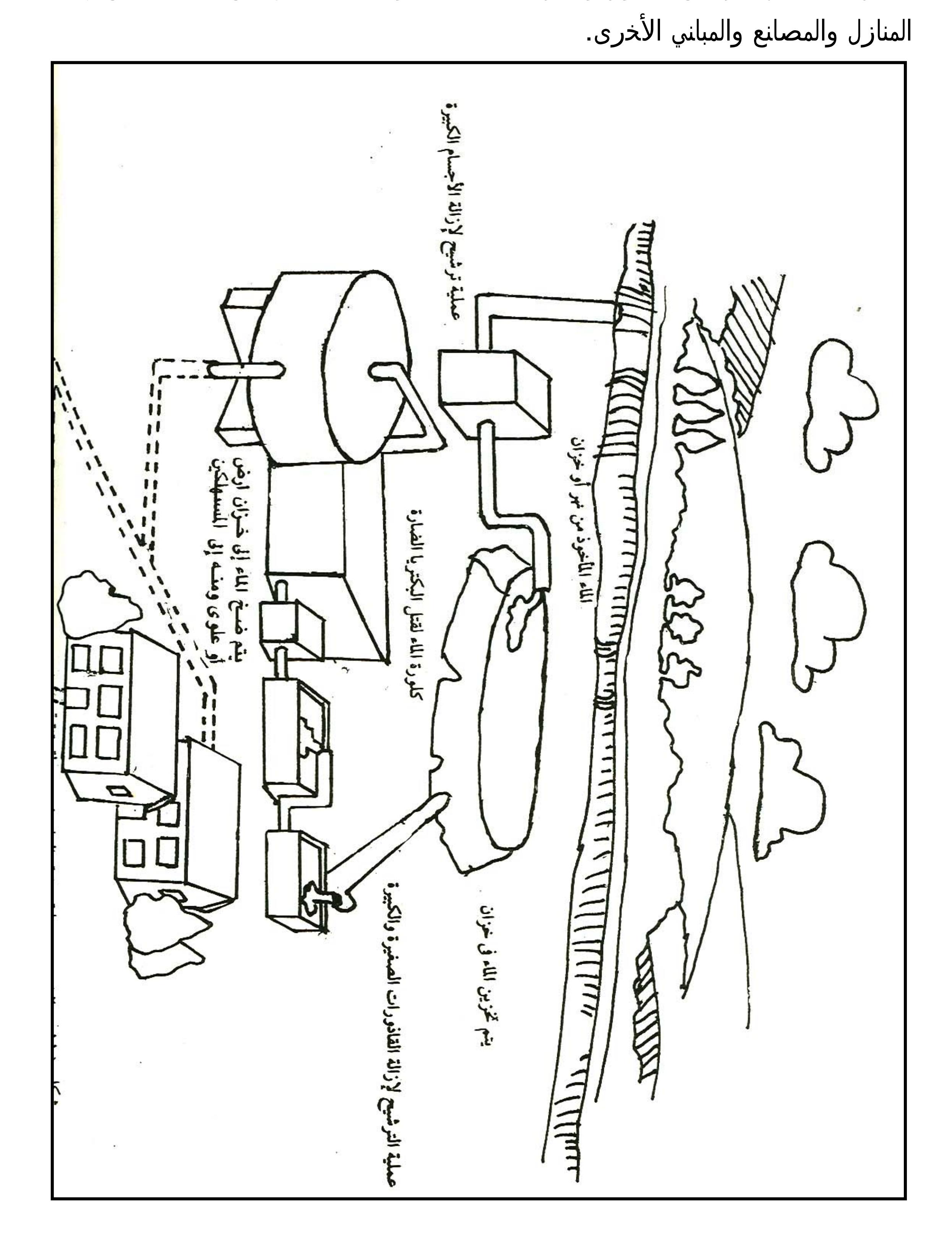
تنقية الماء:

يبلغ تعداد العالم حوالي أربعة بلايين نسمة.. بليون وواحد منهم اعتـادوا شـرب ميـاه قذرة، وبليونان اثنان لا يمتلكون مراحيض، وغالبا لا يعالج الماء في الدول المختلفـة بطريقـة صحيحة؛ لأن الأمر مكلف جدا، ويغسل بعض النـاس أدواتهـم فـي البالوعـات المفتوحـة. والأمراض التي تحملها المياه القذرة تقتل ٥ مليون نسمة سنويا، وتهدف الأمم المتحدة لتزويد كل فرد بالماء النقي حتى عام ١٩٩٠، وهذا غير جائز الحدوث، فهذا الأمر قد يكلف حوالي بليـون جنيه إسترليني سنويا.

وهذا المبلغ غير متاح الآن، وبالرغم من ذلك فمن الممكن بلوغ هذا الهدف بإنفاق أكثر قليلاً من نفقات جيوش العالم.

ومن الواجب معالجة الماء لإزالة القاذورات وبعض الكيماويات وقتل الجراثيم الضارة، وشكل (١١ – ٢) يبين مخططًا لوحدة معالجة الماء؛ حيث يتم ترشيح المـاء لإزالـة الأشـياء الكبيرة مثل العوالق الخشبية، ثم يضخ في خزان صغير أو برج تخزين. وعند الحاجة إليه يـتم ترشيحه خلال طبقات رملية تبدأ بالرمال الكبيرة أولاً لإزالة الأوساخ ذات الحجم الكبيـر، ثـم رمال أصغر بعد ذلك لإزالة الأوساخ الأصغر حجما. ومن المحتمل أن يحمل الماء كيماويـات تضاف إليه إذا كان عسرا للغاية أو يسرا للغاية، وبعض البكتريا الخطيرة ستبقى عالقة به بعـد

هذه المعالجة، ويتم إضافة الكلور للماء لقتلها، وكلورة مصادر الماء أمر مفيد خصوصا للأقطار الفقيرة جدا؛ لأنها أرخص الأمور وأيسرها لتنقية الماء وبعد التنقية يتم ضخ الماء المعالج إلـى المنازل والمصانع والمباني الأخرى.



شكل (١١ – ٢) يبين عملية تنقية المياه في محطة تنقية

معالجة مياه المجاري:

يتم توفير الماء غالبا بمعالجة الماء المستخدم، ولا يمكن استخدامه مرة ثانية حالاً، أو بإعادته إلى الأنهار لاحتوائه على الكيماويات التي تسبب التلوث. والماء المستخدم يحتوي على الفضلات البشرية التي تحتوي على البكتريا الضارة، كما يحتوي الماء أيضا على قاذورات ومنظفات صناعية من البالوعات والحمامات وآلات الغسيل، علاوة على النفايات الصناعية، ويتم معالجة الماء القذر في محطات المعالجة. ويوضح شكل (١١ – ٣) مخططاً لمحطة معالجة؛ حيث يرشح الماء للتخلص من قطع الأقمشة والأجسام الأخرى الكبيرة، ثم يسمح له بالتدفق ببطء خلال قنوات خاصة للتخلص من الرمال والأجسام العالقة.

ثم ينقل الماء إلى أحواض الترسيب فتترسب النفايات الصلبة أو البراز وتدفع الأخيرة بالمضخات إلى غرفة مولدات الغاز؛ حيث تقوم بتكسيرها كائنات حية دقيقة وتولد منها الغاز الذي يشمل الميثان الممكن استخدامه كوقود في محطات المعالجة، ويمكن بيع المتبقي من النفايات الصلبة في صورة سماد، وبعد إزالة هذه النفايات فالماء ما زال غير نقي؛ ولذا يدفع الماء في صورة رذاذ إلى مرشح بيولوجي. ويمكنك التعرف على هذا المرشح في محطة معالجة عن طريق الرشاشات الدوارة الخاصة به. والبكتريا في قيعان المرشح تتغذى على أي مركبات عضوية في الماء، وأي جوامد يتم تصفيتها توجه إلى مولد الغاز، ويتم تصفية بقية الماء في النهاية خلال مرشح دقيق ثم للنهر مرة ثانية. وكميات كبيرة من المياه الناتجة عن العمليات الصناعية لا تذهب إلى محطات المعالجة، ولكنها تسرب في الأنهار أو البحار القريبة من المصنع. وفي المملكة المتحدة وفي معظم الأقطار الأخرى هناك قوانين تحتم ضرورة أن تكون النفايات في حدود الأمان للحفاظ على البيئة.

تنقية المياه إهدار للطاقة:

إن كل الماء الواصل للمنازل في المملكة المتحدة معالج وصالح للشرب. ومعظم هذا الماء لا يشرب وحوالي ٣٠ % من ماء الشرب يذهب رأسا إلى المراحيض، وهذا إهدار للماء النظيف مما يستلزم مالاً لتنقية ثانية. ويبذل العلماء جهدهم لتجنب هذا الفاقد وإحدى أفكارهم هي تجميع النفايات من آلات الغسيل والحمامات مع ماء المطر داخل المنزل، وهذا الماء ممكن استخدامه في تنظيف المراحيض وهكذا يتم توفير الماء النقي للشرب.

الماء العسر والماء اليسر:

هل وجدت طبقة من القراء تكسو الغلاية التي تشرب فيها الشاي.. هل كان من العسير عليك عمل فقاعات مستخدما الصابون العادي في الماء؟ هل كانت هناك حلقة من الزبد حول

حمامك، حتى إذا اعتقدت أنك نظيف تماما؟ إذا كان الأمر كذلك فإنك تعيش في حي به ماء عسر، وما يزيد على نصف موارد الماء في المملكة المتحدة عسرة.

عسر الماء:

إن مصادرنا المائية تأتي أولاً من الماء، وينساب ماء المطر فوق الصخور والتربة قبل أن يلتقي في الأنهار والخزانات، والماء مذيب جيد، وعليه فهو يذيب كيماويات كثيرة خلال جريانه فوق الأرض، وبعض هذه الكيماويات الذائبة هي مركبات كالسيوم، وهذه المركبات تسبب عسر الماء بصفة رئيسية. والماء العسر يأتي من أنحاء البلاد التي يتواجد بها الحجر الجيري أو الطباشير، وكلاهما صورة من صور كربونات الكالسيوم الذي لا يذوب في الماء النقي، ولكنه يذوب في ماء المطر حيث إن الأخير حمضي لاحتوائه على ثاني أكسيد الكربون الذائب، وتتفاعل الأحماض مع الكربونات وعليه يذوب الحجر الجيري والطباشير ببطء. وعسر الماء له عيوبه ومن بينها سد المواسير ولكن له مزاياه أيضا: إن إضراب عمال الماء في عام ١٩٨٣ بالمملكة المتحدة بين واحدة من هذه المزايا بوضوح، فلقد أوقف عمال الماء معالجة المياه اليسرة لجعلها أكثر عسرا، وهذا يعني أن مركبات الرصاص السامة الناتجة من هذه المواسير ذابت بسرعة أكبر بالماء، وفي بعض الأماكن فإن مستوى الرصاص زاد بمقدار ١٠٠ مرة عن الحد الطبيعي.

أنواع العسر:

إن هيدروكربونات الكالسيوم كا (يد ك أ ٣) وكبريتات الكالسيوم كا كب أ ٤ هما المصدران الرئيسيان لعسر الماء، ويمكن إزالة عسر الماء الذي يحتوي على بيكربونات الكالسيوم بالغليان، وهذا النوع من العسر يسمى العسر المؤقت، ويزيل الغليان ذلك العسر لأن بيكربونات الكالسيوم بالتسخين تتحول إلى كربونات الكالسيوم.

بيكربونات الكالسيوم = كربونات الكالسيوم + ثاني أكسيد الكربون + ماء.

كا (ك يد أ ٣) ٢ = ا ك أ ٣ + ك أ ٢ + يد ٢ أ

ولا تذوب كربونات الكالسيوم في الماء، وتتكون طبقة بيضاء تغطي أدوات الشاي والغلايات أو المواسير. ولإيقاف مثل هذه العملية يجب معالجة الماء بجعله يسرا قبل الاستخدام، أما الماء المحتوي على كبريتات الكالسيوم فلا يمكن معالجته بالتسخين لجعله يسرا. وهذا النوع من العسر يسمى العسر الدائم، ولا يتسبب في إحداث طبقة من الفراء (كربونات الكالسيوم) تترسب على مواسير الماء والخزانات، ولكن لها عيوب العسر الدائم ولا يتسبب في عيوب أخرى (جدول ١١ – ٣).

مزايا الماء العسر	عيوب الماء العسر
يزود العظام والأسنان بالكالسيوم	يسبب تكون طبقة بيضاء مثل الفراء على جدران الغلايات وبرادات الشاي ومواسير الماء
له مذاق أفضل يفضله العديد من الناس	يهدر الصابون
يذيب قدرا أقل من الرصاص	يؤدي لتكون زبد حول الحمامات
مطلوب لتخمير البيرة	لا يترك الملابس ناعمة بعد الغسيل
من المحتمل إنقاصه للإصابة بمرض القلب	

جدول (١١ – ٣) يبين مقارنة بين الماء اليسر والعسر

إزالة العسر (يسر الماء):

يزال بعض عسر الماء في محطات الماء، وذلك بإضافة الكمية المحسوبة من الجير، وإذا لزم الأمر يمكن إزالة العسر الزائد للماء في منازل الأفراد. وطريقة سهلة لإزالة العسر تتم بإضافة صودا الغسيل (كربونات الصوديوم) ومساحيق تحتوي على هذا المركب الكيميائي.

وعند إضافة كربونات الصوديوم تتكون كربونات الكالسيوم غير الذائبة، وتترسب كربونات الكالسيوم على هيئة راسب جامد وتترك الماء يسرا لأن مركب الكالسيوم تم إزالته من الماء.

كبريتات كالسيوم + كربونات صوديوم = كربونات كالسيوم + كبريتات صوديوم.

(موجودة في الماء العسر) (صودا الغسيل) ← راسب.

وطريقة ثانية لجعل الماء يسرا وذلك باستخدام جهاز يجعل الماء يسرا؛ وهو عبارة عن أنبوبة تحتوي على مركب كيمائي اسمه راتنج (الأيون المتبادل) ويتم إمرار الماء العسر خلال هذه الأنبوبة وتتم معادلة أيونات الكالسيوم المتسببة في عسر الماء مع أيونات الصوديوم الموجودة بالراتنج، والتي لا تتسبب في عسره.

وهذا النوع من أجهزة معالجة الماء سرعان ما يمتلئ بأيونات الكالسيوم، ويمكن تنظيفه بإزالة الملح الموجود، وإعادة ملئه بعمود آخر يحتوي على أيونات الصوديوم.

إن الماء اليسر، أفضل من الماء العسر للغسيل والتنظيف، وبالرغم من ذلك فإذا كان لديك جهاز معالجة الماء وجعله يسرا فمن الأفضل عدم استخدامه في ماء الشرب، وتذكر مزايا الماء العسر الموضحة بالجدول (١١ – ٣).

الكيمياء المنزلية

إن الكيمياء ليست أمرا يحدث فقط في المصانع الكبيرة أو معامل المدارس؛ إنهـا مـن حولك في المنزل، في طهي وجبة طعام وغسيل الأواني، وتنظيف الحمام واسـتخدام الفرشـاة والمعجون لتنظيف أسنانك، وتعاطي بعض الأدوية.. كل ذلك أمثلة لتطبيقات الكيميـاء، وحتـى منزلك نفسه فهذا البناء مصنوع من الكيماويات.

بناء المنزل:

قوالب الطوب والحجارة والمونة والأسمنت كلها مواد بناء أولية أساسية. وثاني أكـسيد السليكون والسليكات وكربونات الكالسيوم هي الكيماويات التي تشترك في تركيب هذه المـواد. ومركبات السليكون والأكسجين وخصوصا ثاني أكسيد الـسليكون والـسليكات تكـون حـوالي ٧٥ % من القشرة الأرضية، وهناك أيضا وفرة من كربونات الكالسيوم في صورة حجر جيري وطباشير ورخام.

الحجارة وقوالب الطوب:

إن المنازل المشيدة من الحجارة شائعة الوجود في كثير من المدن القديمة، والقرى قريبة من موارد الحجارة المحلية، وهناك حوالي ٢٠٠ محجر لإنتاج حجارة بناء مختلفة في المملكـة المتحدة؛ فما هو نوع الحجارة المستخدمة في الحي الذي تسكن فيه؟

إن الحجر الجيري (كربونات الكالسيوم) هو أكثر حجارة البناء استخداما، ومن الـسهل تماما قطعه وتشكيله، وهو يتجوى بتأثير الجو، ويعطي هيئة طيبة ومنظرا خارجيا جميلاً للمبنى.

الحجر الرملي:

يأتي في المرتبة الثانية من الأهمية بعد الحجر الجيري، وهو مكون مـن ثـاني أكـسيد السليكون المعروف باسم السليكا، والحجر الرملي ملون وصلب، وعليه يتم قطعه بمناشـير ذات أسلحة من الماس. والجرانيت والأردواز تركيبات سليكانية الأصل ولا توجد في صورة شـائعة كما هو الحال في الحجر الجيري أو الحجر الرملي في المملكة المتحدة، ولكنها تـستخدم علـى نطاق واسع في مناطق وجودها.

وقوالب الطوب لا توجد في الطبيعة، ولكنها تصنع من الطين وهو سليكاني التركيـب، ويتم طحن الطين ويخلط بالماء، ويشكل في صورة قوالب تسمى الطوب الأخضر، ثم تحرق في قمينة.

المونة والأسمنت:

الحجر الجيري والطمي يستخدمان معا لصناعة المونة والأسمنت؛ يتم طحنهما سويا ومزجهما بالماء ليكونا مونة رقيقة، ويتم تسخينه في قمينة دوارة عند حوالي ١٥٠٠ م°، وعليه يتغير تركيبه الكيميائي، وبعد التبريد يتم طحن الخليط ويخلط بالجبس (كبريتات الكالسيوم) لإنتاج أسمنت بروتلاند.

ويتم إضافة الرمل والماء للأسمنت بكميات معلومة لإنتاج المونة. أما الخرسانة المسلحة فتنتج من المونة ببساطة بإضافة الحصاء (الزلط) أو حجارة أخرى أصغر حجما.

المنزل التام:

هناك مواد أخرى تشارك في عملية البناء الخاصة بالمنزل كلية أو بصفة نهائية، وتبدأ من الزجاج، حتى مواد العزل الكهربي الحديثة المصنوعة من الفحم والزيت.. ومثال ذلك منزل توفير الطاقة والذي يوضح بعض هذه المواد.

الطهي:

إن الطهي عملية كيميائية، والكيماويات التي يتكون منها كالطعام تتكسر بتسخين الطعام في الماء، وهذا يجعل الطعام أسهل هضما وذا مذاق أطيب.

ومثل كل التفاعلات الكيميائية يمكن التعجيل بعملية الطهي مما يوفر وقتًا ووقودا، وتخيل ثمرة بطاطا كبيرة إذا وضعتها في حلة ماء تغلي فإنها تستغرق وقتًا طويلاً تنضج فإذا استخدمت درجة حرارة أعلى في حالة الطهي بالضغط، أو قمت بتقطيعها إلى قطع صغيرة يمكنك طهيها أسرع.

أواني الطهي بالضغط:

يغلي الماء عادة عند درجة ١٠٠ م°، ولكن هذا يحدث تحت الضغط الجوي العادي وليس داخل آنية طهي بالضغط؛ ولذا فاستعمال الضغط يعمل على رفع درجة الحرارة، والتي تصل غالبا إلى ١٢٠م°. وهناك العديد من التفاعلات الكيميائية التي تتم بضعف السرعة إذا زادت درجة الحرارة ١٠ م° عن معدلها العادي، فإذا زادت درجة الحرارة ٢٠ م° فإن سرعة التفاعل تزداد بمقدار أربع أمثالها. والبطاطس يتم طهيها عادة في ٢٠ دقيقة، ولكنها في آنية الضغط تستغرق زمنًا قدره ٥ دقائق.

تقطيع الطعام:

إذا حاولنا طهي قطعة طعام كبيرة؛ فإن الحرارة تستغرق وقتًا طـويلاً لتـسري خـلال السطح، ثم إلى مركز قطعة الطعام، ولكن إذا تم تقطيعها لأجزاء يتم طهيها سـريعا نظـرا لأن المساحة السطحية زادت أمام الحرارة شكل (١٢ – ١).

شكل (١٢ – ١) تزداد المساحة السطحية عند تقطيع الكيماويات

القطع الكبيرة ذات مساحة سطحية محدودة في مواجهة الحرارة، وعليه يسري التفاعـل الكيميائي أبطأ.

القطع الأصغر نسبيا ذات مساحات سطحية أكبر، وعليه يسري التفاعل الكيميائي بسرعة بطيئة.

القطع الأصغر تماما والمساحيق تتميز بزيادة المساحات السطحية، وعليه يكون التفاعل أسرع ما يمكن.

وزيادة المساحة السطحية غالبا ما تستخدم لزيادة سرعة التفاعلات الكيميائيـة باسـتثناء استخدامها في الطهي، وهذا له مخاطره أيضا؛ لأن الكيماويات التي تحترق عادة يمكن أن تنفجر إذا ما تم تجزئتها لأجزاء صغيرة جدا، ويمكن استخدام شمعة لتفجير مسحوق الكستر وغالبيتـه دقيق. وقد وقعت حوادث جسيمة في مطاحن الدقيق عند انفجار تراب الدقيق المتناثر فـي جـو المطحن. ونفس الأمر ممكن في مناجم الفحم عندما تنفجر سحابة من الفحم المسحوق.

واستخدام أفران الميكروويف يعتبر طريقة طهي سريعة للطعام بدون تقطيعه، وأفـران الميكروويف تستطيع نقل الطاقة الحرارية خلال الطعام بسرعة هائلة، ومشكلة المساحة السطحية للطعام مهمة في حالة استخدام أفران الميكروويف.

صناعة المشروبات:

إن صناعة المشروبات صناعة واسعة المدى في كل أنحاء العالم، وفي المملكة المتحدة وحدها يشرب الإنجليز ٦٥٠٠ مليون لتر بيرة سنويا و٤٠٠ لتر نبيذ، علاوة على كل الكحوليات والمشروبات الغازية. والمشروبات محاليل للكيماويات مختلفة في الماء، والمشروبات الكحولية بما فيها البيرة والنبيذ والمشروبات الروحية تحتوي على مادة كيميائية هي "الإيثانول"، وقد عرف الناس كيفية صناعة المشروبات الكحولية منذ قرون مضت، ويصنعون مقادير صغيرة من مشروبات منعشة ومهدئة. أما المقادير الكبيرة فتسبب مشاكل كبيرة، وإدمان الخمور مشكلة خطيرة اليوم.

النبيذ والبيرة:

من السهل صناعة البيرة والنبيذ، وهناك أفراد عديدون يصنعون هذه المشروبات في منازلهم، بالرغم من أنهم غير مصرح لهم ببيعها. والمشروبات الكحولية من الممكن صناعتها من فاكهة أو خضروات تحتوي على الكربوهيدات مثل النشا والسكر. وتصنع البيرة عادة من الكربوهيدرات الموجودة بالشعير، بالرغم من أن صانعي البيرة المنزلية يضيفون سكرا. ويتم إضافة نبات حشيش الدينار إلى البيرة لإعطائها مذاقها المر.

والنبيذ يصنع عادة من العنب، وصناعة النبيذ المنزلي يستخدمون مواد أخرى كثيرة؛ حيث تتحول الكربوهيدرات إلى كحول عن طريق عملية كيميائية تسمى التخمر، والخميرة مطلوبة لتنفيذ هذه العمليات. إن الخميرة مكونة من كائنات حية دقيقة وتحتوي على البروتينات المسماة أنزيمات، ويمكنها تحويل النشويات إلى إيثانول.

إن الإنزيمات عوامل حفازة بيولوجية، وتحتاج إلى الدفء لتعمل بصورة طيبة، وغالبا ما تكون درجة الحرارة حوالي ٢٥ م°، ويجب ألا تزيد عن ذلك، وإلا فإن الأنزيمات ستموت وستموت الخميرة أيضا.

ويتكسر النشا أولاً إلى السكر مثل الجلوكوز، ويتخمر الجلوكوز بعد ذلك منتجا الكحول وثاني أكسيد الكربون.

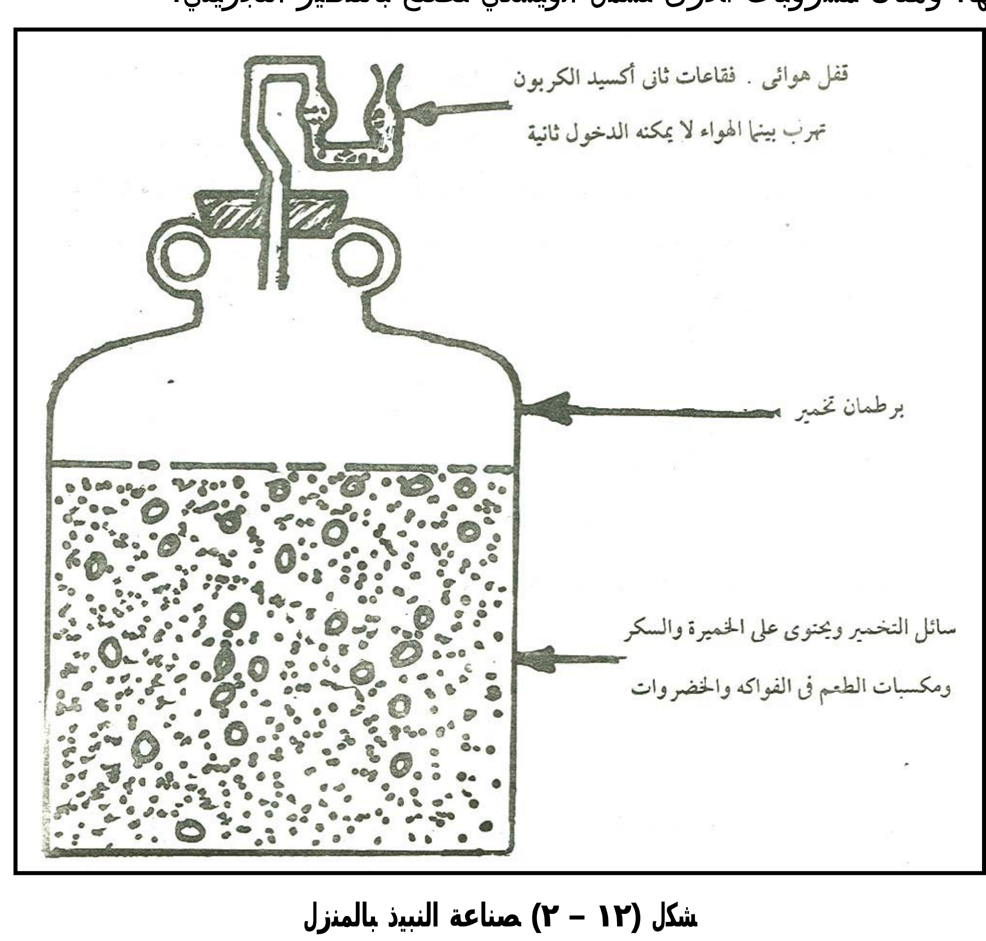
نشا (سكر) ⟵ جلوكوز ⟵ إيثانول + ثاني أكسيد الكربون

ك ٦ يد ١٢ أ ٦ ⟵ ٢ ك ٢ يد ٥ أ يد + ٢ ك أ ٢

وفي المجال الصناعي يتم تخمير البيرة في براميل ضخمة، أما عملية صناعة البيرة بالمنازل وكذا النبيذ فهي عملية سهلة للغاية. ويوضح شكل (١٢ – ٢) مخططًا لآنية مغلقة نموذجية لصناعة النبيذ، ويلاحظ أن القفل الهوائي يسمح لثاني أكسيد الكربون بالهروب بينما يمنع الهواء من الدخول إلى البرطمان. إن بكتريا الهواء يمكنها تحويل الإيثانول إلى حمض

الخليك، وهذا يعني أن النبيذ تحول إلى خل، وتحتوي البيرة على ٤ % كحـول، ويـتم إضـافة كيماويات إلى البيرة لإيقاف تحولها إلى محلول مر المذاق كما هو الحال في الحل.

أما النبيذ فهو يحتوي على ١٣ % كحول وتموت الخميرة إذا ما تكون كحـول بنـسبة هائلة تزيد على ١١ %، وعليه فمن المستحيل الحصول على مشروبات أكثر كحولية من ذلـك بالتخمير، وهناك بعض المشروبات الأقوى كحولية مثل الشرى والبورت تصنع بإضافة كحـول نقي إليها، وهناك مشروبات أخرى تشمل الويسكي تصنع بالتقطير التجزيئي.



شكل (١٢ – ٢) صناعة النبيذ بالمنزل

المشروبات الروحية:

يتم الحصول على المشروبات الروحية بتقطير المحاليل الكحولية، وتستخدم هذه الطريقة لأن الإيثانول (وهو كحول) درجة غليانه ٧٨ ^{0}م، بينما درجة غليان الماء ١٠٠ ^{0}م ويمكن تركيز الإيثانول أكثر بالتقطير التجزيئي. وهو أمر غير قانوني أن تقوم وحدك بـصناعة المـشروبات الروحية. والعديد من هذه المشروبات التي تباع ٧٠ م برووف وهذا لا يعني أنها تحتوي علـى ٧٠ % إيثانول، أما كلمة (بروف) فتعني الطريقة القديمة لقياس كمية الكحول في المـشروبات الروحية. والقياس كان ينفذ بمعرفة موظفي الجمارك والضرائب لتقدير الـضريبة علـى هـذه المشروبات، وذلك بسكب المشروب الكحولي على مسحوق البارود فإذا بقي بعـد ذلـك قـابلاً للاشتعال كان المشروب "Proof" وإذا لم يشتعل يصبح أقل من Proof لأنه يحتوي على مـاء

كثير و٧٠ Proof اليوم تعني حوالي ٤٠ % إيثانول. والإيثانول ليس الكحول الوحيـد ولـيس عمله الوحيد في المشروبات الكحولية. والكحولات تشكل سلسلة هامة من الكيماويات العـضوية وشكل (١٢ – ٣) يبين أمثلة الكحوليات واستخداماتها.

الكحول	الصيغة الجزيئية	الصيغة التركيبية	
ميثانول	ك يد٣ ا يد	يد يد — ك — ا — يد يد	يستخدم فى صناعة المواد اللاصقة والراتنجات والبويات المتموجة ويضاف الإيثانول لتحضير الكحولات الصناعية والتربنية
ايثانول	ك٢ يد٥ ا يد	يد يد يد — ك — ك — ا يد يد يد	يحضر صناعياً بتفاعل الايثين والبخار [ك٢ يد٤ + يد٢ ا ← ك٢ يد٥] يستخدم كمذيب صناعى ويتكون من ٩٥ ٪ ايثانول + ٥ ٪ ميثانول
بروبانول	ك٣ يد٧ ا يد	يد يد يد يد — ك — ك — ك — ا يد يد يد يد	يستخدم كوقود فى الأغراض الصناعية (٩٠ ٪ تقريباً إيثانول ، ١٠ ٪ ميثانول بعد إضافة زيت البرافين وصبغة قرمزية)
بيتانول	ك٤ يد٩ ا يد	يد يد يد يد يد — ك — ك — ك — ك — ا يد يد يد يد يد	

شكل (١٢ – ٣) الكحولات

مشكلة الكحول:

إن الكحول عقار يثبط الجهاز العصبي وحتى كميات ضئيلة في الدورة الدموية أقل مـن الكمية المسموح بها قانونًا تنقص السيطرة والتحكم والمهارات للسائقين. وحوالي ثلـث حـوادث الطرق من الممكن أن يكون لها صلة بالكحول. وفي السنة الأولى لتطبيق قانون فحص الجهـاز التنفسي كان هناك ٤٠,٠٠٠ حادثة على طرق المملكة المتحدة منها ١١٥٢ حالة وفاة أقل مـن المعدل المعروف.

إن الكحول يستخدم على نطاق واسع كمشروب اجتماعي، ولسوء الحظ فأكثريـة مـن الناس تجهل متى تتوقف عن الشرب، وواحد من كل ١٥ شاربا يصبح مدمنًا، وهناك حوالي $\frac{١}{٢}$ مليون يتعاطون الكحوليات في المملكة المتحدة، ومن المحتمل أن تكون لديهم مـشاكل أسـرية، وأيضا مشاكل في محيط العمل وأخرى صحية. إن قسوة الآباء على الأطفال لها صـلة بإدمـان الكحوليات، والمدمنون للكحوليات من المحتمل معاناتهم في العمل أو فقدانهم لوظـائفهم، ومـن المحتمل أيضا أن يعانوا من أمراض الكبد والقلب والهضم، ويجب معالجة المدمنين باحتراس.

الكيماويات التي تضاف إلى الأطعمة والمشروبات:

انظر جيدا إلى البطاقات الملصقة على العلب وحاويات الأطعمة في الـسوبر ماركـت ستجد كلمات مثل لون، مادة حافظة، مضاد التأكسد، مستحلب ومكسب الطعم والرائحـة. إنهـا أمثلة لطرق إضافة الكيماويات للأطعمة لتعيش فترة أطول، وإعطائها مذاقًا أفـضل أو تجعلهـا ذات مظهر أكثر جاذبية وسحرا.

وتراقب الحكومات الكيماويات المضافة للأطعمة، وفي دول السوق الأوروبية المشتركة (وتشمل المملكة المتحدة) فهناك سلسلة من اللوائح صدرت لتنظيم عملية إضـافة الكيماويـات؛ فيجب أن يكتب اسم المركب الكيميائي أو رقمه الكودي، بحيث تكون ظاهرة على كـل أنـواع الطعام المباعة في دول السوق الأوروبية المشتركة.

التلوين (الرقم الكودي هـ ١٠٠ – هـ ١٩٩):

تضاف الألوان إلى الطعام لعدة أسباب، ومن المحتمل أن تقوم الألوان باسـترداد لـون الطعام الذي يمكن أن يخبو خلال عملية التصنيع، وتزين الألوان الطبيعية به، أو تعطـي لونًـا للطعام الذي لا لون له. وعلى سبيل المثال البسلة المصنعة تفقد لونها الأخضر الشائع، فإذا لم يتم إضافة لون ما للبسلة فلن تجد طريقًا للأسواق. والألوان عادة ما تكون مركبات عضوية معقـدة، وفيما يلي أمثلة محددة لبعض الألوان المختلفة:

هـ ١٠٢	**تتازين أصفر**
هـ ١١٠	**أصفر برتقالي د**
هـ ١٢٤	**بونكيو ٤ (أحمر في الفراولة المصنعة)**
هـ ١٣١	**أزرق أصلي**
هـ ١٤٢	**أخضر (أخضر في البسلة المصنعة)**
هـ ١٥٣	**الكربون الأسود**

بعض أنواع المواد الحافظة الشائعة:

هـ ٢١١	**بنزوات الصوديوم**
هـ ٢٢٠	**ثاني أكسيد الكبريت**
هـ ٢٢٣	**متيابيه لفتيه الصوديم**
هـ ٢٦٠	**حمض الخليك (أهم الكيماويات الموجودة في الخل)**
هـ ٢٧٠	**حمض اللاكتيك**
هـ ٢٨٠	**حمض البروبيانيك**

هـ ٢٩٠ ثاني أكسيد الكربون

هـ ٢٣٠ حمض الفورميك

وهناك مواد حافظة كثيرة عضوية التركيب ذات صفة حمضية (أحماض عضوية) أو أملاح أحماض عضوية، والأحماض العضوية تحتل المرتبة الرابعة في الأهمية بعد الألكانات (البرافينات) والألكينات والكحولات.

ويتم تحضير الأحماض العضوية من الكحولات بالأكسدة، وعليه يمكن تحضير حمض الخليك بأكسدة الإيثانول؛ حيث تقوم البكتريا بهذا الدور فيتحول النبيذ إلى خل.

الحمض	الصيغة الجزيئية	الصيغة التركيبية	
حمض الفورميك	يد ك ا ا يد	يد ـ ك ا ا يد (يد ـ ك(=ا) ـ ا يد)	موجود فى السائل الناتج عن لسع النحل
حمض الخليك	ك يد٣ ك ا ا يد	يد ـ ك(يد)(يد) ـ ك(=ا) ـ ا يد	المركب الكيميائى الموجود فى الخل ويستخدم صناعياً فى تحضير بعض الألياف الصناعية (خيوط الاستات)
حمض البروبيانيك	ك٢ يد٥ ك ا ا يد	يد ـ ك(يد)(يد) ـ ك(يد)(يد) ـ ك(=ا) ـ ا يد	
حمض البياتونيك	ك٣ يد٧ ك ا ا يد	يد ـ ك(يد)(يد) ـ ك(يد)(يد) ـ ك(يد)(يد) ـ ك(=ا) ـ ا يد	

جدول رقم (١٢ – ٤) يبين أمثلة للأحماض العضوية وبعض المعلومات عنها

المواد الحافظة (لوائح هـ ٢٠٠ – هـ ٢٩٩):

لقد استخدمت الكيماويات على الدوام لحفظ الطعام. وقبل بدء صناعة الكيماويات الحديثة قام الناس بحفظ أطعمتهم بالتمليح أو التخليل في الخل. واستخدم المصريون والرومان ثاني أكسيد الكبريت الذي ما زال يستخدم حتى اليوم لحفظ عصائر الفاكهة. والمواد الحافظة تستخدم لإيقاف البكتريا عن النمو وجعل الطعام رديء.

مضادات التأكسد:

(أرقام كودية هـ ٣٠٠ – ٣٩٩)

كما يدل الاسم تضاف مضادات التأكسد لإيقاف تأكسد الطعام. الدهون والزيوت يتم حمايتها بهذه الكيماويات وعليه لا تتزنخ وتشمل مضادات التأكسد:

هـ ٣٠٠ حمض أسكوربيك (فيتامين س) هـ ٣٣٠ حمض ستريك.

هـ ٣٢١ ب إتش ت بيوتليت هيدروكس تولوين، ويستخدم في رقائق البطاطس المقطعة المستجلنات المثبتات ومضخمات القوام (الوائر هـ ٤٠٠ – هـ ٤٩٩).

تضاف هذه المجموعة من الكيماويات لتحسين قوام الطعام وعليه تمتزج مكونات الطعام المختلفة جيدا معا وتشمل هذه المجموعة من الكيماويات:

هـ ٤١ أصماغ فول الكاروب.

هـ ٤٤٠ البكتين الذي يساعد على استقرار المربات.

هـ ٤٦٦ صوديوم كربوكس فيتيل سليلوز.

مكسبات الطعم والرائحة أو مكسبات النكهة:

لم يتم حتى الآن وضع أرقام كودية لهذه الكيماويات، ولكنها موجودة على معظم بطاقات الطعام. والسكارين مادة التحلية الصناعية هي أحد كيماويات هذه المجموعة، وهناك كيماويات أخرى لها استخدام أعم وأكبر، وهي تكسب الأطعمة المختلفة العديدة نكهات طيبة، وهذه الكيماويات هي مكسبات النكهة الزائدة، ومثال ذلك أحادي جلوتامات الصوديوم، ويستخدم خصيصا في اللحم ومنتجاته المحفوظة.

وعلماء التغذية أجروا تجارب مع كيماويات عديدة جديدة لصنع مكسبات نكهة جديدة.. والإسترات هي إحدى هذه المجموعات من الكيماويات العضوية.

الأسترات:

الأسترات المختلفة هي التي تسبب رائحة وطعم الفواكه المختلفة، فأستر واحد يعطي نكهة الموز، وآخر يعطي نكهة العنب، وثالث يعطي نكهة الكمثرى. وهناك مكسبات طعم ورائحة أكثر تعقيدا؛ حيث تحتوي على خليط من الأسترات والمركبات العضوية الأخرى، ونكهة الخوخ والتين مثالان على ذلك. وأستر إيثيل إيثانوات البسيط هو المركب الكيميائي الهام في مكسبات النكهة هذه.

والأسترات مركبات ممكن إنتاجها من أحماض عضوية وكحولات، والتفاعل العام يبين المعادلة.

إيثيل إثانوات (حمض عضوي) + كحول = أستر + ماء.

ومن الممكن صناعتها من الإيثانول (كحول) مع حمض الخليك (حمض عضوي)؛ حيث يسخن الكحول والحمض مع حفاز (حمض كبريتيك مركز).

حمض خليك + إيثانول ——(تسخين / حمض كبريتيك مركز)——> إيثيل أستيات + ماء

ك يد ك أ أ يد + ك ٢ يد ٥ أ يد ——> ك يد ٣ ك أ أ ك ٢ يد ٥ + يد ٢ أ

والأسترات الأخرى من الممكن صناعتها بنفس الطريقة كما هو موضح (الشكل ١٢ – ٥)، وإستراثيل إيثانوات لا يوجد فقط في البرقوق والتين، ولكننا نصنعه لنستخدمه مذيبا للمواد اللاصقة وطلاء الأظافر.

وإحدى المشاكل مع الصابون العادي هو الريم الذي يتكون عند استخدام الماء العسر وسبب تكون هذا الريم هو تفاعل استيارات الصوديوم مع مركبات الكالسيوم في الماء العسر:

بيكربونات الكالسيوم + استيارات الصوديوم ——> استيارات كالسيوم + بيكربونات الصوديوم.

(ذائب) (ذائب) (راسب لا يذوب) (ذائب).

صناعة المنظفات:

المنظفات مثل الصابون هي أملاح عضوية، ويمكن صناعتها من الهيدروكربونات الموجودة في الزيت الخام، وتتفاعل الهيدروكربونات مع حمض الكبريتيك المركز، ثم مع هيدروكسيد الصوديوم.

ويتكون نتيجة هذا التفاعل ألكيل بنزين سلفونات، وهو منظف نموذجي، وحوالي ١٤ % من حمض الكبريتيك يستخدم لصناعة هذه المنظفات، وهذا يوضح أهمية المنظفات الآن، ولا تستخدم المنظفات فقط في مساحيق الغسيل العادية ولكن أيضا في المطابخ ومحلات التنظيف الجاف، وفي صناعة الورق، وإزالة الشحوم والبقايا الفلزية المتكونة في الصناعات الهندسية وتنظيف المنسوجات.

الاستر	الصيغة الجزيئية	الصيغة التركيبية	طريقة التحضير
ايثيل استيات	ك يد٣ ك أ أ ك٢ يد٥		حمض الخليك + إيثانول
ميثيل استيات	ك يد٣ ك أ أ ك يد٣		حمض الخليك + ميثانول
فورمات الايثيل	يد ك أ أ ك٢ يد٥		حمض الفورميك + ايثانول

شكل (١٢ – ٥) الأسترات يأتي الاسم الأول من اسم الأستر من الكحول بينما النصف الثاني يمثل الحمض

بيكربونات الصودا:

بيكربونات الصودا ويطلق عليها الكيميائيون اسم كربونات الصوديوم الأيدروجينية ص يد ك أ٣، وتستخدم في خبز بعض الكعك وبعض أنواع الخبز والبسكويت، وهي أحـد أنـواع الكيماويات في مسحوق الخبيز، وتساعد على تضخم الكعك بارتفاع سطحه العلوي.

فعند تسخين الكعك بالفرن يتفاعل بيكربونات الصوديوم مع الأحماض الموجودة في خليط المواد المكونة للكعك، وتتكون فقاعات ثاني أكسيد الكربون التي تعمل على انتفاخ الكعك، ويحتوي مسحوق الخبز على حمض يمتزج مع بيكربونات الصوديوم.

الصابون والمنظفات:

إن معظم عمليات التنظيف الخاصة بنا تتم باستخدام الماء، ولكن الماء بمفرده غير مجدٍ، وقد بدا غريبا هذا الأمر ولكن الماء عامل غير جيد في بلل مواد عديدة أو إزالة القاذورات، ويضاف الصابون والمنظفات إلى الماء لتنظيف المواد تماما.

وقد استخدم الصابون منذ ما لا يقل عن ٢٠٠٠ عام وتم تصنيعه من دهون الحيوانات والزيوت النباتية، وهذه الأنواع من الصابون لا تستخدم اليوم بكثرة ما عدا صناعة قوالب الصابون الموجودة في المطابخ والحمامات، والمنظفات الصناعية نافعة خاصة مع الماء العسر؛ حيث إنها لا تكون رغاوي مثل الصابون العادي، وعليه يعني عدم استهلاك المنظف هباء.

إن أنواعا عديدة مختلفة من المنظفات تنتج الآن بمعرفة الكيمائيين، وتستخدم أحماض مختلفة، وعلى سبيل المثال بعض المنظفات ذات أثر طيب في تنظيف الزجاج، بينما أنواع أخرى أفضل في تنظيف البلاستيك.

صناعة الصابون:

إن الصابون أملاح أحماض عضوية تسمى "الأحماض الدهنية"، وحمض الأستياريك حمض دهني نموذجي، والصابون المصنع منه هو ملح أستيرات الصوديوم. والصابون مثل أستيارات الصوديوم يصنع بغلي دهون الحيوانات أو الزيوت النباتية مع قلوي. وشحوم الأبقار والخراف وزيت النخيل شائعة في تصنيعه.

ويتم مفاعلتها مع هيدروكسيد الصوديوم وهو قلوي رخيص، وشحوم الحيوانات والزيوت النباتية هي في واقع الأمر أسترات، وهي مركبات كحولية مع أحماض عضوية مثل حمض الأستياريك، والكحول عادة هو الجليسرول، ويعرف أيضا باسم الجليسرين، وعند غلي الدهون مع محلول هيدروكسيد الصوديوم ينتج الجليسرول وملح حمض دهني.

دهن + محلول هيدروكسيد صوديوم ← جليسرول + أستيارات صوديوم (صابون)

أستر الجليسرول وحمض الأستياريك:

ويتكون الصابون كراسب عند إضافة الملح العادي إلى الخليط، ويمكن تنقية الجليسرول (الجليسرين) أيضا وهو ناتج ثانوي غالي الثمن.

ويمكن إضافة العطور وكيماويات التلوين إلى الصابون؛ حيث يخلط معها ويضغط فـي قوالب.

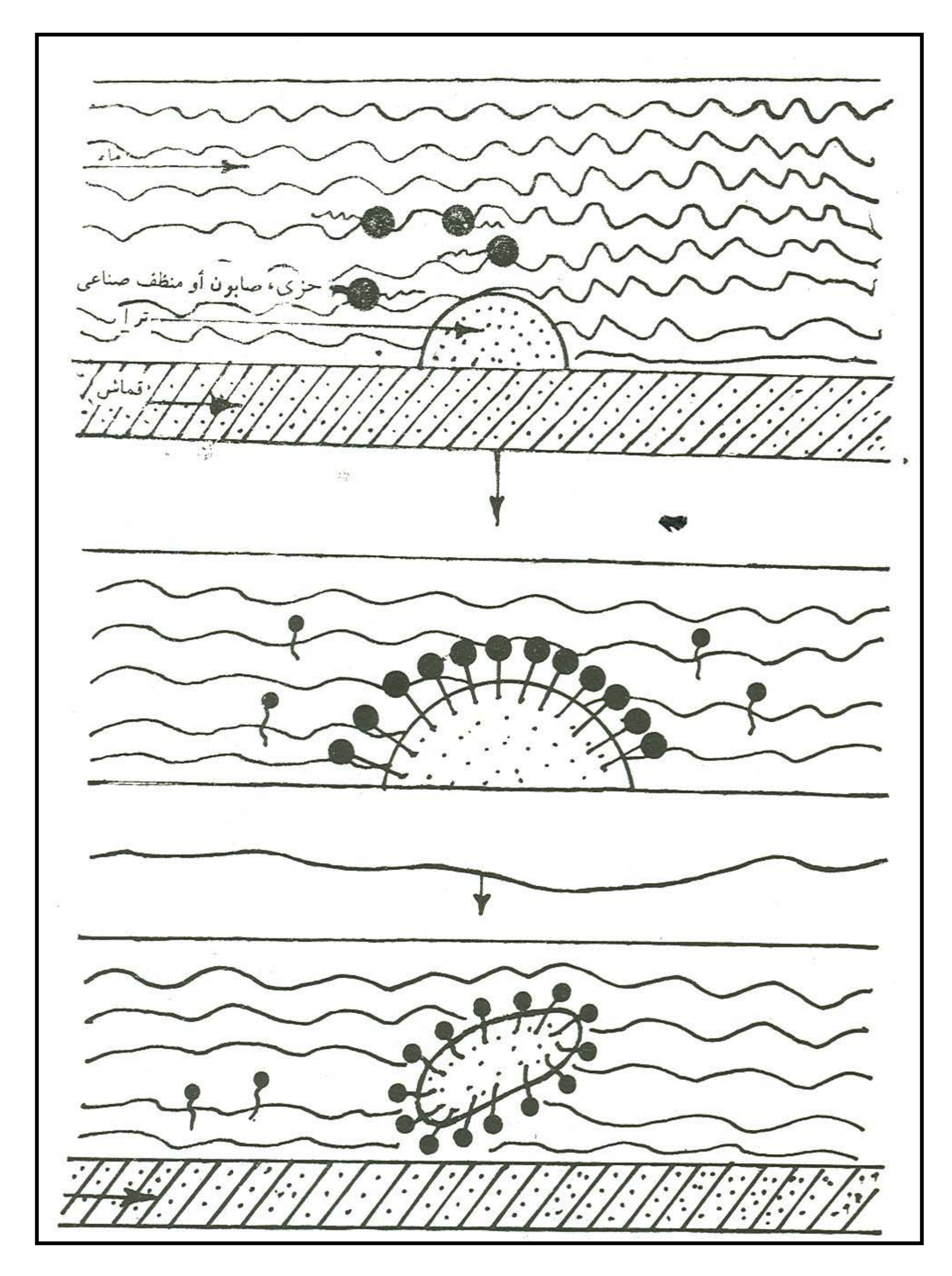
مسحوق غسيل نموذجي:

حوالي ٢٠ % فقط من مساحيق الغسيل منظفات صناعية، وتـضاف إليهـا كيماويـات كثيرة لتعزيز القدرة التنظيفية، ولجعلها في صورة جذابة قابلة للبيع.

كيف يعمل الصابون والمنظفات؟

أنواع الصابون والمنظفات تصنع من جزيئات معينـة، ورأس الجـزيء عبـارة عـن مجموعة كيميائية تمتزج مع الماء، أمـا الـذيل فهـو سلـسلة هيدروكربونيـة طويلـة مثـل الهيدروكربونات الموجودة بالزيت الخام، وهذا الذيل يدفن نفسه في أي قـذارة أو شـحم بينمـا يلصق الرأس نفسه في الماء وتحاط القذارة بجزيئات تلك المنظف الـصناعي وتحملهـا للمـاء ويمكن إزالتها بالغسيل كما هو موضح في شكل (١٢ – ٧).

شكل (١٢ – ٦) يوضح جزيئات الصابون والمنظف



شكل (١٢ – ٧)

مشكلة التلوث:

يصنع الصابون من الكيماويات الموجودة في الحيوانات والخضروات، ويمكـن تحللهـا بالبكتريا إذا ما تم غسلها في الأنهار والبحيرات، وهذا يعني أنها لا تسبب تلوثًا، ولكـن يمكـن القول إنها تتحال عضويا والمنظفات الصناعية الأولى التي قام الإنسان بصنعها لم تكـن تتحـال عضويا، وبالتالي كانت تسبب تلوثًا خطيرا في المجاري المائية بسبب تكـون كـم هائـل مـن الرغاوي التي كانت تؤثر على الحياة النباتية المائية والسمكية.

والمنظفات الصناعية الحديثة أفضل كثيرا من سابقتها، ويعمل الكيميائيون على تطويرها، ولكن مشكلة واحدة ما زالت قائمة هي أملاح الفوسفات المستخدمة في صناعة مساحيق الغسيل، وهذه تسبب نفس النوع من التلوث الذي تسببه الأسمدة الفوسفاتية المستخدمة في الزراعة.

مواد التبييض:

العديد من مواد التبييض المنزلية تحتوي على الكلور، ويمكنك التعرف على ذلك من رائحتها، والمركب الكيمائي الفعال في هذه المساحيق هو هيبو كلوريت الصوديوم ص كل أ، ويصنع بإمرار فقاعات غاز الكلور خلال محلول هيدروكسيد الصوديوم.

كلوريد الصوديوم ص كل. ويصنع بإمرار فقاعات غاز الكلور خلال محلول هيدروكسيد الصوديوم.

هيدروكسيد الصوديوم + كلور ← هيبو كلوريت صوديوم + كلوريد صوديوم + ماء.

٢ ص أ يد + كل ٢ ← ص كل أ + ص كل + يد ٢ أ

وهذا مثل آخر لأهمية الملح لنا؛ لأن هيدروكسيد الصوديوم والكلور يمكن صناعتهما من الملح الأصلي.

ومساحيق إزالة الألوان عوامل مؤكسدة، والأكسدة تقتل الجراثيم، وتزيل الأوساخ. ومواد التبييض ليست الكيماويات الوحيدة التي تزيل الأوساخ، ولكنها لا تحاول التنظيف بطريقة أفضل بمزج مواد التبييض مع كيماويات أخرى. وبعض الكيماويات المنظفة حمضية وستتفاعل مع المساحيق لإنتاج غاز الكلور السام.

المنظفات القلوية:

مجموعة كبيرة من كيماويات التنظيف هي قلويات، والقلويات الشائعة تستخدم هيدروكسيد الصوديوم وكربونات الصوديوم والأمونيا، وتتفاعل هذه القلويات مع الدهون والزيوت الموجودة في الأوساخ لإذابتها، وهو نفس التفاعل المستخدم لصناعة الصابون، وهذا يعني أن الدهون والزيوت تتحول إلى جلسرين وصابون ممكن إذابته.

وأقوى مواد التنظيف هي المستخدمة في نظافة الأفران؛ حيث تحتوي على قلويات غالبا ما تكون هيدروكسيد الصوديوم سويا مع مسحوق حجر مثل الفسباء، وهذا المسحوق الخشن يساعد على إزالة الأوساخ، كما يزيل أيضا الجلد (يحدث التهابات جلدية) إذا لم تكن حريصا في استخدامه، وهناك منظفات أخرى تحوي محلول الأمونيا، وهو قلوي ضعيف، ويجب أن تكون حريصا ولا تخلط منظفات الأمونيا مع مساحيق الألوان؛ حيث تتكون أبخرة سامة من أمينات الكلور.

كيماويات العناية بالجسم:

إن أجسامنا مصنوعة من كيماويات، ونستخدم الكيماويات أيضا لنحافظ عليهـا نظيفـة وصحية. وإعلانات هذه الكيماويات تنفجر كل يوم من حولنا؛ في الـشوارع وعلـى شاشـات التليفزيون، وتخاطبنا هذه الإعلانات تطلب منا شراء معجون الأسنان ومزيلات العـرق، وهـذه الحبة أو ذلك المزيل للرائحة. ويمكن تقسيم هذه الكيماويات إلـى مجمـوعتين: مستحـضرات التجميل الذي تستخدم للعناية بالجسم عامة. والمجموعة الثانية هي الأدوية التي تستخدم للعنايـة بأوجاع الجسم والتخفيف من آلامه.

مستحضرات التجميل: إن لفظ مستحضرات التجميل يغطي مجموعـة عريـضة مـن الكيماويات واستخداماتها، ومستحضرات التجميل عموما تشمل مستحضرات العنايـة بالبـشرة والعطور ومستحضرات العناية بالشعر، وكريمـات الأيـدي والمكيـاج، ومـزيلات العـرق، ومستحضرات الحمام ومعاجين الأسنان.

ومستحضر واحد يحتوي على كميات مختلفة من الكيماويات مثـل معجـون الأسـنان، والأسنان تحتاج إلى التنظيف؛ حيث تغطى بطبقة من الطعام والبكتريا تـسمى "البلاـك"، وتنـتج البكتريا الأحماض من الطعام ولا تلبث الأحماض أن تعمل على تسوس الأسنان ببطء.

والمكون الرئيسي لمعجون الأسنان هو الصنفرة الصلبة، وغالبا ما يكـون هيدروكـسيد الألمونيوم لإزالة أي بقايا للطعام والبكتريا، ولا يمكنك بالنظر إلى معجون الأسـنان أن تعـرف باحتوائه على الصنفرة.

وهذا المسحوق غير ظاهر؛ أي إنه خفي ولا يفكر النـاس أثنـاء اسـتعمالهم الفرشـاة والمعجون. وهذا المسحوق معلق في سائل مثل الجلسرين، ويضاف منظـف صـناعي لجعـل المعجون رغوا، كما تضاف مكسبات طعم ورائحة مثل النعناع لجعل المذاق مقبـولاً. وهنـاك بعض المعاجين تحتوي على الفلوريد لأنها تعمل على إيقاف التسوس ويضاف الفلوريد إلى الماء في بعض المناطق لنفس السبب.

الأدوية:

قبل القرن العشرين كانت معظم الأدوية تقوم على أسس كيميائية مستخلصة من النباتات، ومنذ عام ١٩٠٠ فإن آلاف الأدوية المستخلصة أمكن إضافتها إلى هذه الكيماويات.

والآن هناك على الأقل ٥٠٠٠ دواء مختلف في كل أنحاء العالم، بـالرغم مـن أن دواء واحدا من المحتمل أن يحوز على عدة تسميات تجارية مختلفة، وعلى سبيل المثال فهناك حوالي ٢٠٠ اسم تجاري مختلف لمركب الأسبرين البسيط.

والأدوية لها مزايا عديدة للجنس البشري، وهناك مواد للقضاء على الآلام من الممكن استخدامها للقضاء على الآلام الصغيرة؛ مثل المورفين الذي يقضي على الألم الناتج عن جرح خطير. والمضادات الحيوية مثل البنسلين ممكن استخدامها للقضاء على أمراض عديدة تتسبب فيها البكتريا، والمهدئات (المسكنات) وخاصة مهدئات الأعصاب (مثل الفاليوم) التي تنقص التوتر وتشكل قسما كبيرا من مجموعة الأدوية الحديثة المستخدمة الآن، وعلاوة على ذلك فهناك أدوية قوية الأثر للغاية تستخدم لمعالجة الاضطرابات العقلية الحادة.

ومعظم الأدوية مثل أغلب مستحضرات التجميل هي مركبات كيميائية معقدة. والأسبرين واحد منها سهل التركيب، ولكن حتى جزيئات الأسبرين كبيرة تماما ومعقدة (شكل ١٢ – ٨).

شكل (١٢ – ٨) جزيء الأسبرين

ولقد تم إنتاج الأسبرين عام ١٨٩٩، وكان واحدا من الأدوية التي استطاع الإنسان صناعتها مبكرا. وغالبا كل فرد في الدول المتقدمة قد استخدم الأسبرين ليقضي على آلامه. ولكن الأسبرين شأنه شأن كل الأدوية له مزاياه وعيوبه؛ فهو يمكن أن يسبب نزيفًا معديا وعادة ما يسبب نزيفًا، ولكن بعض الناس تحتاج إلى معالجة بالمستشفى بعد تعاطي "الأسبرين". والباراسيتامول دواء مستخدم للقضاء على الألم شأنه شأن الأسبرين، وليس له نفس الآثار الجانبية للأسبرين بالرغم من تأثيره على الكليتين.

كيمياء وقت الفراغ:

إن العديد من الأنشطة التي يمارسها الإنسان في وقت فراغه تنتفع بالكيمياء بطريقة أو أخرى. وهناك مثلان يوضحان هذا الأمر، أولهما التصوير الفوتوغرافي؛ حيث تستخدم الكيمياء مباشرة، وثانيهما كيمياء شريحة السليكون المستخدمة في الآلاف من أجهزة الحاسوب الإلكتروني المنزلي (الكومبيوتر) .

(1) ملحوظة: كل مركبات الباراسيتامول منعت عالميا إذ تسبب الإصابة بالفشل الكلوي.

التصوير الضوئي:

إن الكيمياء تلعب دورا كبيرا في كلتا مرحلتي التصوير الفوتـوغرافي؛ وهـي مرحلـة التقاط الصورة وإظهارها (تحميضها). والأفلام الفوتوغرافية الأبيض والأسود تحتوي على طبقة من بروميد الفضة، أما الأفلام الملونة فتحتوي على ٣ طبقات حساسة للألوان المختلفة (الألـوان الثلاثة الرئيسية).

شكل (١٢ – ٩) مراحل عمل الصورة الضوئية.

وفي مرحلة إظهار الصورة؛ فإن بروميد الفضة المنشط يتفاعل مع المظهـر ليرسـب الفضة الفلزية، وأي بروميد فضة لم ينشط سوف يذوب في محلول يسمى المثبت (غالبا مكـون من ثيوسلفات الصوديوم).

وبعد إظهار الفيلم (تحميضه) يصبح ما يسمى بالصور السالبة جاهزا، والمساحات التـي تعرضت للضوء من الفيلم أصبح لونها غامقًا (مغطاة بالفضة)، في حين أن المساحات التي لـم تتعرض للضوء تكون ذات لون فاتح، ثم يحول السالب إلى صور عادية بطبعها خـلال ضـوء ساطع على ورق حساس (ورق تصوير خاص) (شكل ١٢ – ٩).

يمر الضوء خلال عدسة الكاميرا وينشط جزيئات بروميد الفـضة، وتتحـول جزيئـات بروميد الفضة النشطة إلى فضة بواسطة المظهر، وتزال أي بقايا من بروميد الفـضة بواسـطة المثبت تاركًا النيجاتيف، ويمر الضوء خلال النيجاتيف على ورق التصوير الضوئي وينتج أخيرا الصورة النهائية الموجبة.

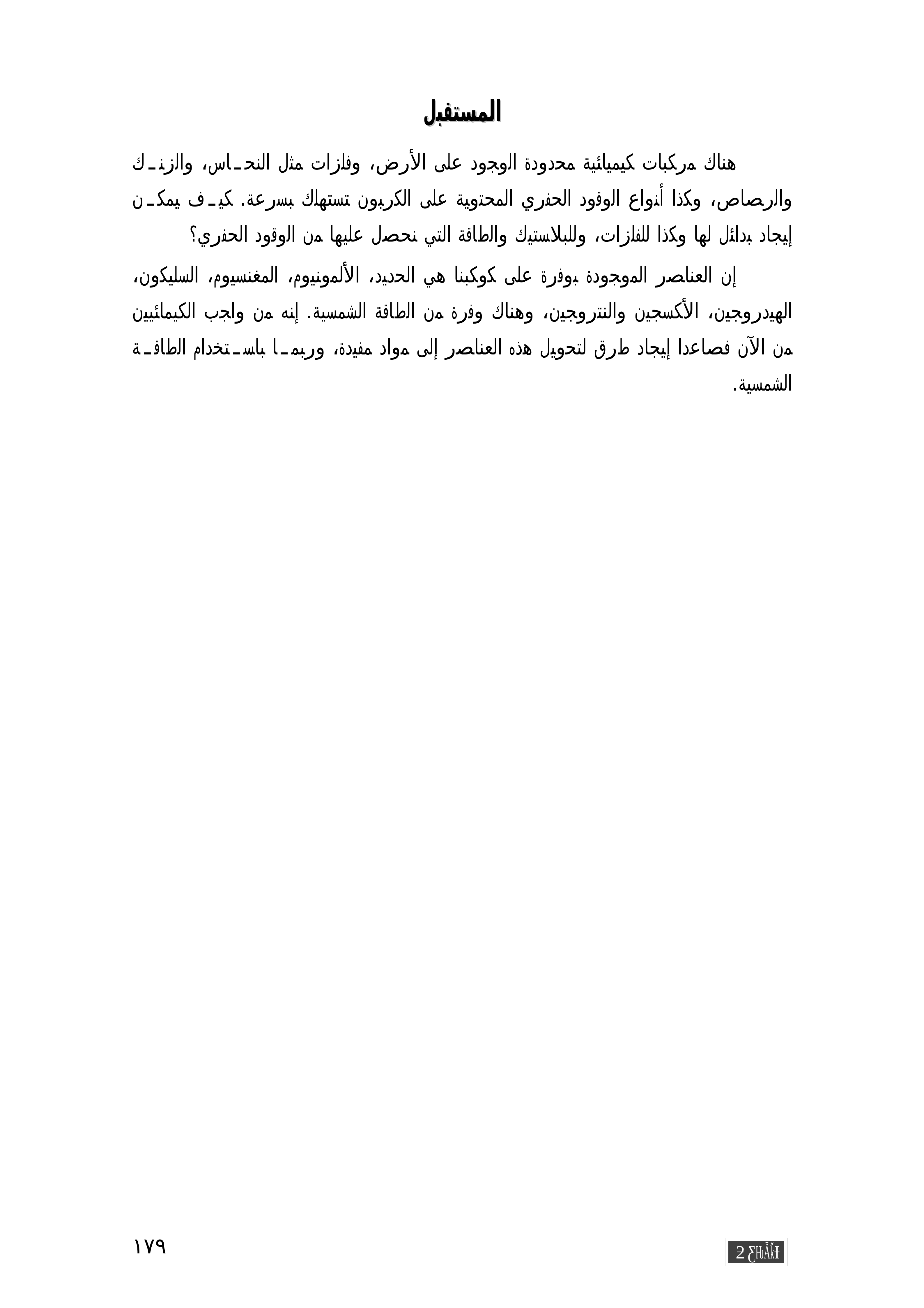
شريحة السليكون:

إن ثورة الكمبيوتر ارتكزت على عنصر السليكون، وهو ثاني العناصـر شـيوعا فـي القشرة الأرضية، والسليكون هام جدا لأنه شبه موصل، ويمكن التحكم في توصـيله الكهربـي بإضافة كميات ضئيلة من العناصر مثل البورون والفسفور؛ ومن ثم فإنه يستخدم لتكـوين آلاف الدوائر الكهربية الصغيرة التي تنتج الشريحة السليكونية، وثاني أكسيد السليكون هو المادة الخام في صناعة شريحة السليكون، ويختزل ثاني أكسيد السليكون إلى السليكون، ويعامل مرات حتـى يصبح نقيا للغاية. ويصهر السليكون ويتبلور ويقطع إلى رقائق وتطبع الـدوائر علـى رقـائق السليكون بطرق كيميائية مختلفة، حتى نحصل على شريحة السليكون النهائية.

وقد ساعد الكيمائيون في تطوير الكمبيوترات بإيجاد طرق لتنفيذ التفـاعلات الكيميائيـة على مستوى ضئيل جدا.

ومن المحتمل الآن حزم (تحميل) مكونات كهربية يبلغ قوامها عدة ملايين على شـريحة مساحتها ٥ سم^{٢}.

ويمكن إنتاج شريحة السليكون على نطاق تجـاري هائـل وبأثمـان زهيـدة، وهنـاك كمبيوترات لها قدرة خارقة في العمليات الحسابية في متناول رجال الأعمال والأغراض المنزلية العديدة.



المستقبل

هناك مركبات كيميائية محدودة الوجود على الأرض، وفلزات مثل النحـاس، والزنـك والرصاص، وكذا أنواع الوقود الحفري المحتوية على الكربون تستهلك بسرعة. كيـف يمكـن إيجاد بدائل لها وكذا للفلزات، وللبلاستيك والطاقة التي نحصل عليها من الوقود الحفري؟

إن العناصر الموجودة بوفرة على كوكبنا هي الحديد، الألمونيوم، المغنسيوم، السليكون، الهيدروجين، الأكسجين والنتروجين، وهناك وفرة من الطاقة الشمسية. إنه من واجب الكيمائيين من الآن فصاعدا إيجاد طرق لتحويل هذه العناصر إلى مواد مفيدة، وربمـا باسـتخدام الطاقـة الشمسية.

مشـــــاريـــع

الرصاص في البيئة

مركبات الرصاص سامة، ويمكنها أن تؤثر في الجسم عموماً والعقل على وجه الخصوص، كما أن الأطفال يتأثرون أكثر من الكبار.

ولقد أثبتت التجارب أن الناس المصابين بنسبة رصاص أكبر في دمائهم محدودو الذكاء عامة، وبتعبير آخر فإن زيادة الرصاص في الدم معناها نقص الذكاء، وربما يتمتع بعض الناس بذكاء أقل لأنهم يعيشون في أماكن قريبة من مصادر تولد الرصاص؛ مثل الطرق الرئيسية، وبالرغم من ذلك فمعلوم أن الرصاص سام التأثير ضد المخ وعليه فمن المحتمل تأثيره على ذكاء الناس. ومركبات الرصاص ممكن أن تصل إلى الناس من عدة طرق مختلفة هي:

١- **مصادر الغذاء**: يدخل الرصاص إلى النبات عن طريق التربة أو عن طريق الأوراق التي تمتص الأتربة الغنية بالرصاص.

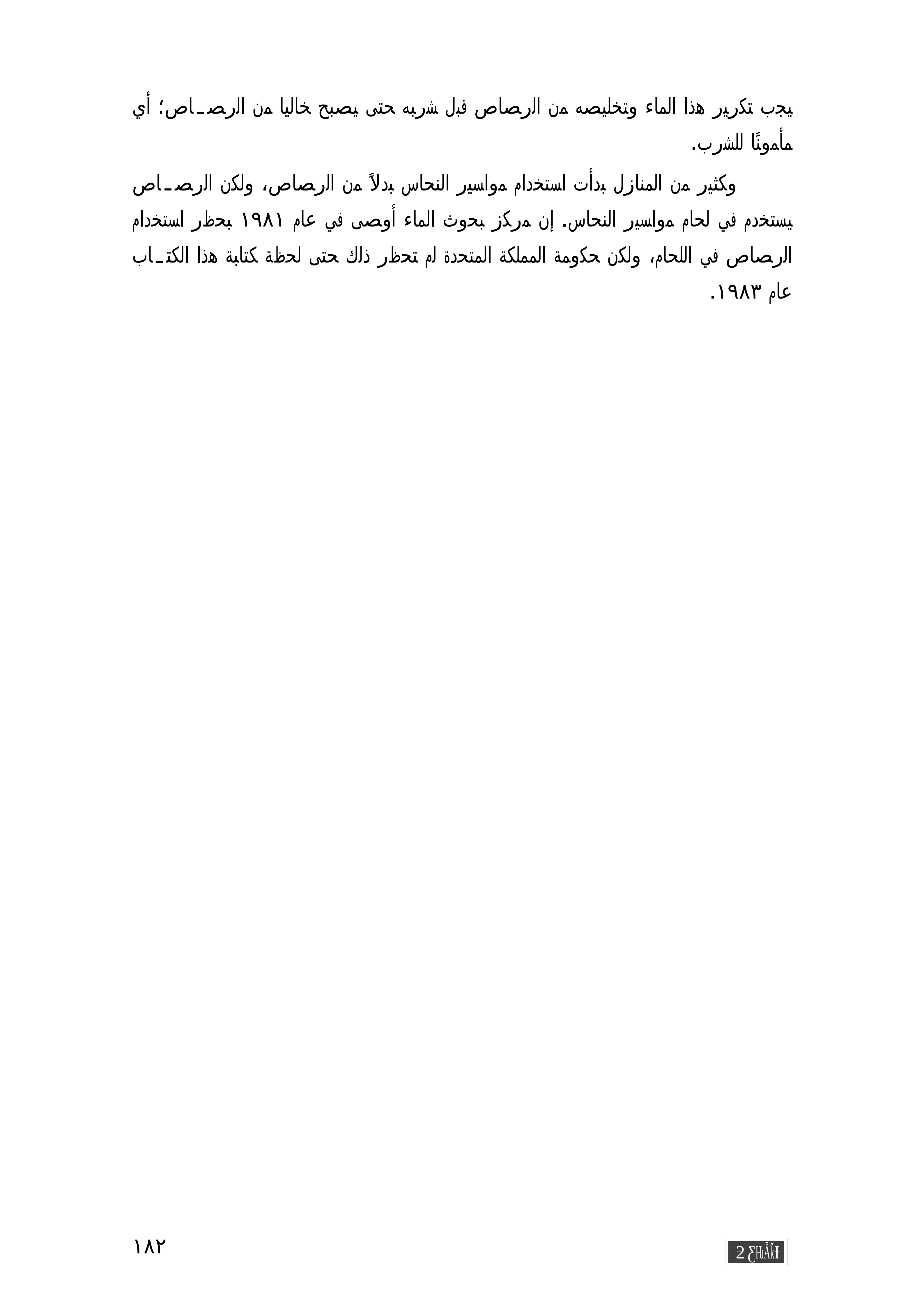
وقد أثبتت التجارب التي تمت في عام ١٩٨٣ أن ٢٠ % من النباتات التي يتم تقشير جذورها (الجزر على سبيل المثال)، ٣٤ % من الخضروات التي تغسل أوراقها (الكرنب على سبيل المثال) تحتوي على رصاص أكثر من المسموح به في المملكة المتحدة (في لوائح التغذية)، ويلتهم البشر الخضروات فيدخل الرصاص أجسامهم.

٢- **البترول**: أضيفت مركبات الرصاص لأعوام كثيرة للبترول في المملكة المتحدة، وهذه المركبات تساعد على احتراق البترول بيسر وسهولة. وفي عام ١٩٨٣ لفظت السيارات في المملكة المتحدة ما بين ٧٥٠٠ – ١٠,٠٠٠ طن من الرصاص بعادم السيارات إلى الهواء، وقد استنشقه الأفراد. ومن الممكن أن يتساقط على المحاصيل التي يأكلها الناس، وقد حذت دول كثيرة حذو بريطانيا التي قررت تدريجيا حظر استخدام مركبات الرصاص في البترول، بسبب المتاعب التي يسببها التسمم بالرصاص.

٣- **الطلاء**: بويات كثيرة، وخاصة قديمة العمر تحتوي على مركبات رصاص، وعند تقشر البوية يحتوي التراب المتساقط على الرصاص، والبوية القديمة خصيصا تشكل خطورة في المدارس؛ لأن الأطفال معرضون بدرجة كبيرة لمثل هذه البويات.

٤- **السباكة الصحية**: من الشائع استخدام مواسير الرصاص لأنه أنسب الفلزات في السباكة، فهو لا يتآكل بسرعة ويسهل تشكيل وتركيب المواسير بسرعة ويسر. ولقد لاحظ الناس الآن مخاطر مواسير الرصاص وعليه بطل استخدامها.

وبالرغم من ذلك فإن المنازل القديمة ما زالت تستخدم مواسير الرصاص، وإذا مكث الرصاص فترة طويلة في هذه المواسير فمن الممكن أن يتولد تركيز خطير من الرصاص؛ ولذا



يجب تكرير هذا الماء وتخليصه من الرصاص قبل شربه حتى يصبح خاليا من الرصـاص؛ أي مأمونًا للشرب.

وكثير من المنازل بدأت استخدام مواسير النحاس بدلاً من الرصاص، ولكن الرصـاص يستخدم في لحام مواسير النحاس. إن مركز بحوث الماء أوصى في عام ١٩٨١ بحظر استخدام الرصاص في اللحام، ولكن حكومة المملكة المتحدة لم تحظر ذلك حتى لحظة كتابة هذا الكتـاب عام ١٩٨٣.

استبيان

خلال الحرب العالمية الثانية عمل عدة آلاف من العلماء في معامل سرية خاصة في الولايات المتحدة.

وكان الهدف صناعة القنبلة الذرية ولكن عددا قليلاً جدا منهم كان مستاء حقا من الاحتمالات الخطيرة والمريعة التي يقدمون عليها.

ولكن الأكثرية رأت فيما يفعلونه بحثًا علميا مثيرا تماما. وفي صيف عام ١٩٤٥ استسلمت ألمانيا، ولكن اليابان لم تستسلم، وأدرك الأمريكيون أنه من الممكن إنهاء الحرب مع اليابان بإسقاط قنابل ذرية عليها. وفي هذا الوقت أدرك عدد قليل جدا من الناس بفكرهم أن أي دولة باستثناء أمريكا من الممكن أن تصنع قنابل ذرية.

وأدرك عدد قليل من الناس –أيضا- الآثار الرهيبة للإشعاع بعد انفجار القنبلة. وفي يونيه ١٩٤٥ تم عمل استبيان للعلماء في معامل أوك ردج، وتم سؤالهم عن الطريقة التي سيتم بها استخدام القنبلة الذرية في الحرب ضد اليابان، وبإمكانهم اختيار إجابة واحدة من خمس إجابات محتملة، وفيما يلي موجز لهذه الإجابات:

١- يجب استخدام القنبلة الذرية في الحرب لإجبار اليابان على الاستسلام بأسرع ما يمكن.

٢- يجب استخدام قنبلة صغيرة ضد اليابان وسيتم سؤالهم عن الاستسلام قبل إسقاط قنبلة كبيرة.

٣- سيتم إجراء بيان عملي على القنبلة في صحراء بأمريكا ويلاحظه بعض اليابانيين ويطلب منهم الاستسلام وإلا سيستخدم هذا السلاح ضدهم.

٤- يجب استخدام القنبلة الذرية في الحرب ولكن هذا البيان لإيضاح قدراتها.

٥- يجب استخدام القنبلة الذرية في الحرب ولكن المعلومات الخاصة بها ستظل سرا لن يباح.

أشياء يجب عملها:

١- أي إجابة ستختارها؟

٢- علل سبب الاختيار؟

٣- وضح كم من الناس في الفصل سيختار كل إجابة.. قارن بين هذه الإجابات والإجابات التي أعطاها العلماء عام ١٩٤٥. وفيما يلي بيان بالنسبة المئوية للإجابات التي أعطاها العلماء:

(١) ١٥ %. (٢) ٤٦ % (٣) ٢٠ % (٤) ١١ % (٥) ٢ %.

المواد المخدرة

إن مواد التخدير هي في واقع الأمر كيماويات تخدر مساحة من الجسم أو كل الجسم.

وتسمى المجموعة الأولى من مواد التخدير "المخدرات الموضعية"، أما الثانية فتسمى "المخدرات الكلية"، وتستخدم الأخيرة للجراحات الكبيرة.

وقبل اكتشاف مواد التخدير؛ فإن أي نوع من العمليات الجراحية بداية من إزالة سن وحتى بتر طرف كانت تسبب ألما هائلاً للمريض. وسنظل ممتنين شاكرين للكيميائيين فضلهم لأن العمليات الجراحية اليوم أصبحت لا تسبب أدنى ألم للإنسان.

ومعظم مواد التخدير إما أن تكون غازات أو سوائل متطايرة.

والأبخرة يمكن استنشاقها فتصل للرئتين ثم تتغلغل خلال الدم حتى تصل للمخ فتصيبه بحالة انعدام الشعور (التخدير).

ولقد تم اكتشاف أولى مواد التخدير منذ قرن تقريبا، وكانت تشمل أكسيد النيتروز (ن$_{٢}$أ) "الغاز المضحك"، والأثير (ك$_{٢}$ يد$_{٥}$)$_{٢}$أ، والكلوروفورم (ك يد كل ٣)، ويسمى أيضا ثلاثي كلوروميثان، وأكسيد النيتروز ما زال يستخدم حتى الآن، ويتميز بأنه لا يشتعل وغير سام، ولكنه مخدر ضئيل الأثر، وسمي الغاز المضحك لأن المرضى الذين يستعملونه كمخدر يأتون بحركات وضوضاء غير منضبطة تشبه إلى حد كبير الضحك.

وأكسيد النيتروز جزء من مخلوط الغاز والهواء الذي تستخدمه المرأة كمخدر لإزالة الألم أثناء الولادة (الطلق).

والإيثير كان له أهمية كبيرة فور اكتشافه كمخدر لأنه يسبب تخديرا كبيرا، ولسوء الحظ فإنه مادة ملتهبة لدرجة عالية؛ ولذا فهو خطر في استخدامه حيث يمكن أن يشعل الحرائق من شرر في غرفة العمليات؛ ولذا بطل استخدامه الآن.

والكلوروفورم مخدر جيد غير ملتهب، ولكنه سام يسبب تليف الكبد على وجه الخصوص؛ ولذا بطل استخدامه مثل الإيثير. إن الهالوثان هو أفضل مخدر مستخدم الآن؛ حيث يسبب تخديرا هائلاً، علاوة على أنه غير سام، وبدأ العلماء يفكرون في إنتاجه عام ١٩٥١، وتوصلوا إليه في النهاية وتركيبه:

ير — فل
كل — ك — ك — فل
يد — فل
هالوثيان

(٢ – بدومو – ٢ كلورو – ١، ١، ١ ثلاثي فلورو إيثان)

ويستخدم هذا المخدر الآن على نطاق واسع في المستشفيات، وهو متطاير؛ ولذا يسبب تخديرا كليا ولا يشتعل وغير سام.

مواد التخدير الموضعية:

هناك خطورة في استخدام مواد التخدير الكلية؛ ولذا يفضل استخدام مواد التخدير الموضعية غالبا، وتستخدم هذه المواد في عمليات الأسنان.

والكوكايين والليجنوكايين مركبان كيميائيان يستخدمان كمخدرات موضعية، وهناك مخدر موضعي ثالث هو "كلورو إيثان"، ويتطاير من الجلد عند ملامسته له فتتخدر النهايات العصبية بالبرودة، والثاني يشعِر بالآلام أثناء العملية.

كيمياء الفضاء

ظهرت عمليات غزو الفضاء إلى حيز الوجود منذ ما يزيد على ٢٠ عاما، ولكن المشاكل ظلت كما هي، وأهمها اختيار أنسب المواد لبناء سفينة الفضاء، ثم الوقود المطلوب للاحتراق لقذف الكبسولة بعيدا عن الغلاف الجوي. وعندما تطير السفينة في الهواء (الفضاء) فهي في حاجة إلى الطاقة لتعمل وتقوم بتشغيل النظم الكهربية ونظم المعيشة؛ فرجال الفضاء في حاجة إلى الغذاء الأكسجين وبيئة مريحة، ونحن في حاجة إلى كثير من الطاقة لإشعال الصاروخ في الفضاء؛ ولذا يجب أن تكون سفينة الفضاء خفيفة الوزن ومتينة بقدر الإمكان. والألمونيوم، والمغنسيوم والتيتانيوم عندما تتحد مع الفلزات تكون السبائك، والأخيرة هي وحدها المستخدمة لخفة وزنها علاوة على الصلب الذي لا يصدأ. وهذه الفلزات تتميز بأنها رخيصة ومتينة (ما عدا التيتانيوم) علاوة على اتزانها في الفضاء. وأجزاء من سفينة الفضاء تتعرض لحرارة هائلة؛ ولذا فالسبائك المحتوية على النيكل والكوبالت من الممكن استخدامها لهذا الغرض. وستبرز مشكلة هائلة عند دخول الكبسولة مرة ثانية للغلاف الجوي؛ حيث تصل درجة الحرارة إلى ٢٥٠٠ ° م بيسر، ومن الممكن أن يموت رجال الفضاء إذا لم يتم إشعاع الحرارة للخارج، ولتجنب هذا يجب تغطية المخروط الأنفي بمادة التافلون المستخدمة في الآنية التي لا تلتصق بها الأطعمة، ويحترق بعض التافلون ولكن بقيته تمتص الحرارة، ولأن البقية من التافلون بلاستيكية، فستعزل الكبسولة عن الحرارة.

وقود الصواريخ:

إن التفاعل الكيميائي الذي يعطي القوة الدافعة للصاروخ هو من نفس النوع الذي يحدث لأي وقود، ولكن التفاعل هنا في طبيعته أسرع وأشد عنفًا؛ ولذا فالمطلوب وقود وعامل مؤكسد أو مصدر أكسجين.

وعندما يحترق الوقود تندفع الغازات الناتجة عن الاحتراق بعيدا عن الصاروخ، دافعة إياه في الاتجاه المعاكس. والصاروخ الأمريكي "ساترن" يستخدم الكيروسين "كوقود دفع" مع الأكسجين السائل، وهناك أنواع أخرى من الوقود ممكن استخدامها تشمل البلاستيك والمطاط كوقود جاف، ولكن الهيدرازين مع حمض النيتريك المدخن (أحمر اللون) كعامل مؤكسد يعتبر وقودا غير مستحب.

الطاقة في الفضاء:

إن الخلايا الشمسية وخلايا الوقود مصدران مهمان للطاقة، وتصنع الخلايا الشمسية من السليكون، وتحول الطاقة الشمسية إلى كهرباء، أما خلايا الوقود فتعتمد على الهيدروجين والأكسجين؛ حيث يتفاعل الغازان معا بنظام خاص لإنتاج الكهرباء.

الحياة في الفضاء:

على رجال الفضاء وهم في الفضاء خلق البيئة التي تماثل البيئة على الأرض.

المطلوب منك أن تنظر إلى المطلوب عمله، وأن تتذكر ما يحتاجه الأمـر علـى أديـم الأرض.

المشكلة	الحل (رحلات أبو للو)
إزالة ك أ ٢ أو التخلص منه	هيدروكسيد الليثيوم (قلوي يمتص ثاني أكسيد الكربون الحمضي)
الإمداد بالأكسجين	ضرورة تواجد مصدر أكسجين سائل
التحكم في درجة الحرارة	مبرد ومسخن، الأول يعمل بالطاقة الشمـسية والثاني بالماء
التحكم في الرطوبة	تكثيف وإزالة الماء
إزالة التلوث	هيدروكسيد الليثيوم والفحم النباتي المنـشط؛ حيث يعتبر من مواد الامتصاص الممتازة
الإمداد بالماء	خلية وقود
الإمداد بالغذاء	غذاء مجفف مجمل والغذاء المجفف هو غذاء منزوع منه الماء
الصحة البشرية	فوط صحية للتخلص من البكتريا
التعامل مع الفضلات	قفازات لإزالة التلوث والبول

اختيار سبائك الألومنيوم

لقد تم تصنيع ما يزيد على ٢٠٠ سبيكة ألومنيوم، وفيما يلي بعض المعلومات عن سبائك الألومنيوم:

١- **المقاومة الكهربية**: كلما زاد الرقم أو القيمة زادت المقاومة الكهربية للسبيكة (الـرقم: عدد العناصر الداخلة في تركيب السبيكة).

٢- **القوة**: كلما زاد الرقم زادت قوة السبيكة.

٣- **مقاومة التآكل**: موضحة على المقياس المذكور، من أ = جيد جدا حتى هـ ـ = سـيئ جدا.

٤- **مقاومة التآكل تحت ظروف الإجهاد**: على نفس المقياس السابق.

٥- **نوعية الأنودة**: على نفس المقياس السابق؛ حيث تتأنود (أ) جيدا، بينما تتـأنود (هـ ـ) برداءة.

٦- **الثمن**: منخفض يعني حوالي ١٠٠٠ دولار للطن، ومرتفع فتعني ٢٠٠٠٠ دولار.

السبيكة	المقاومة الكهربائية	القوة	مقاومة التآكل	مقاومة التآكل (تحت الإجهاد)	نوعية الأنودة	الثمن
٦٦١	٣,٧	١١٧	ب	أ	ج	متوسط
٦١٠١	٢,٩	٢٢١	أ	أ	ب	متوسط
١٣٥٠	٢,٨	٨٣	أ	أ	أ	منخفض
٧٠٠١	٥,٦	٢٥٥	جـ	جـ	ب	مرتفع
٥٠٨٣	٥,٩	٣١٧	أ	ب	ب	مرتفع
٢٠١٤	٥,١	٤٢١	د	جـ	د	مرتفع
٣٠٠٣	٤,١	١٣١	أ	أ	د	مرتفع
٥٠٠٥	٣,٣	٢٠٠	أ	أ	أ	متوسط

الكيمياء الحربية

ينفق العالم ما يزيد على ٥٠٠ مليار دولار سنويا على الجيوش وأسلحتها. ويخـصص جزء من هذه الميزانية للأسلحة الكيميائية (الكيماويات)، وهي عادة الغازات التي تقتـل النـاس بالسم، والمتفجرات التي تستخدم في القنابل والقنابل الصغيرة بـالرغم مـن كونهـا كيماويـات إلا أنها لا تندرج تحت بند الأسلحة الكيماوية، وللأسلحة الكيميائية قوة تدميرية جبـارة، وربمـا تمتلك الولايات المتحدة الأمريكية قدرا كافيا لتدمير العالم كله، وربما من الناحية النظرية لـديها عدة آلاف أو يزيد، منها ما هو مطلوب لهذه المهمة.

والحرب الكيميائية في أوروبا من الممكن أن تؤدي إلى قتل ملايـين المـدنيين. وقـد استخدمت الحرب الكيميائية لأول مرة في الحرب الحديثة عام ١٩١٥، حين استخدم الألمان غاز الكلور ضد الفرنسيين خلال الحرب العالمية الأولى، واستخدمت غازات أخرى أيضا في الحرب العالمية الأولى، من بينها غاز سيانيد الهيدروجين، وله قدرة على تسميم الدم وإيقـاف التـنفس خلال دقائق. ومن المحتمل أن يكون الاتحاد السوفييتي قد قام بتخزين هذا الغاز.

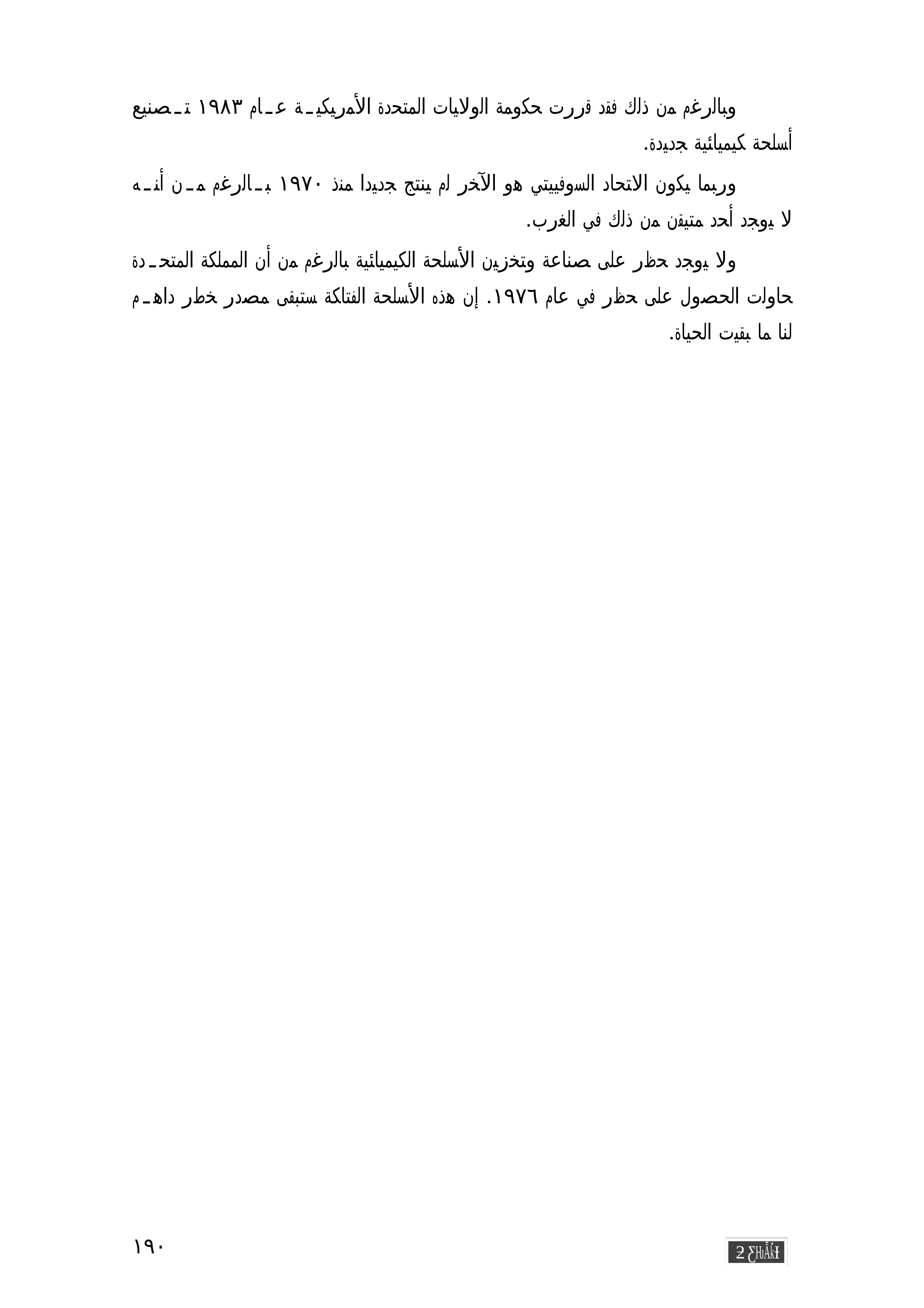
وغاز الماسترد أكثر هذه الغازات فتكًا؛ حيث يهاجم الأماكن الرطبة للجسم مسببا بثرات كبيرة ومؤلمة.

وفي عام ١٩٣٦ تم تصنيع أول غاز للأعصاب في ألمانيا وهي ذات خطورة أكبر مـن مثيلاتها السامة السابقة التي عرفها الإنسان مبكرا؛ حيث تؤثر على الجهاز العصبي مسببة تقلص عضلات الجسم ثم الموت نتيجة الاختناق.

وأهم هذه الغازات: التابون والزارين والزومان. ويسبب الزارين تقلصا عضليا وآلامـا بالصدر، وقيئًا وتشنجات وأوراما، وعند التعرض لجرعة أكبر تحدث مضاعفات أكبـر يتلوهـا الانهيار والشلل ثم الموت.

وهناك قسم آخر من غازات الأعصاب (العميل V أو مجموعة VX)، والتي تم اكتشافها في المملكة المتحدة عام ١٩٥٠، وهي أكثر خطورة من سابقتها لأنها أقل تطايرا، وهذا يعني أنها تتبخر ببطء عند ملامستها للجلد؛ ولذا فهي تستقر لفترة أطول. وفي عـام ١٩٢٥ اتفقـت دول كثيرة على توقيع معاهدة جنيف معلنة أنها لن تستخدم الأسلحة الكيميائية في الحرب، وحتى الآن بلغ عدد الدول الموقعة على الاتفاقية حوالي ١٠٠ دولة. ويمكن لمزيد من الدول التوقيع عليهـا إذا شاءت، ولدى فرنسا والولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفييتي أكبر رصيد من الأسلحة الكيميائية.

ومنذ عام ١٩٥٠ لم تقم بريطانيا بتطوير وتصنيع أسلحة كيميائية أخرى كمـا أوقفـت الولايات المتحدة إنتاجها من هذه الأسلحة بعد مذبحة الخراف الكبرى والتي راح ضحيتها ٦٤٠٠ خروف على بعد ٣٠ ميلاً من معمل لإنتاج غازات وهي غازات أعصاب.



وبالرغم من ذلك فقد قررت حكومة الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٨٣ تصنيع أسلحة كيميائية جديدة.

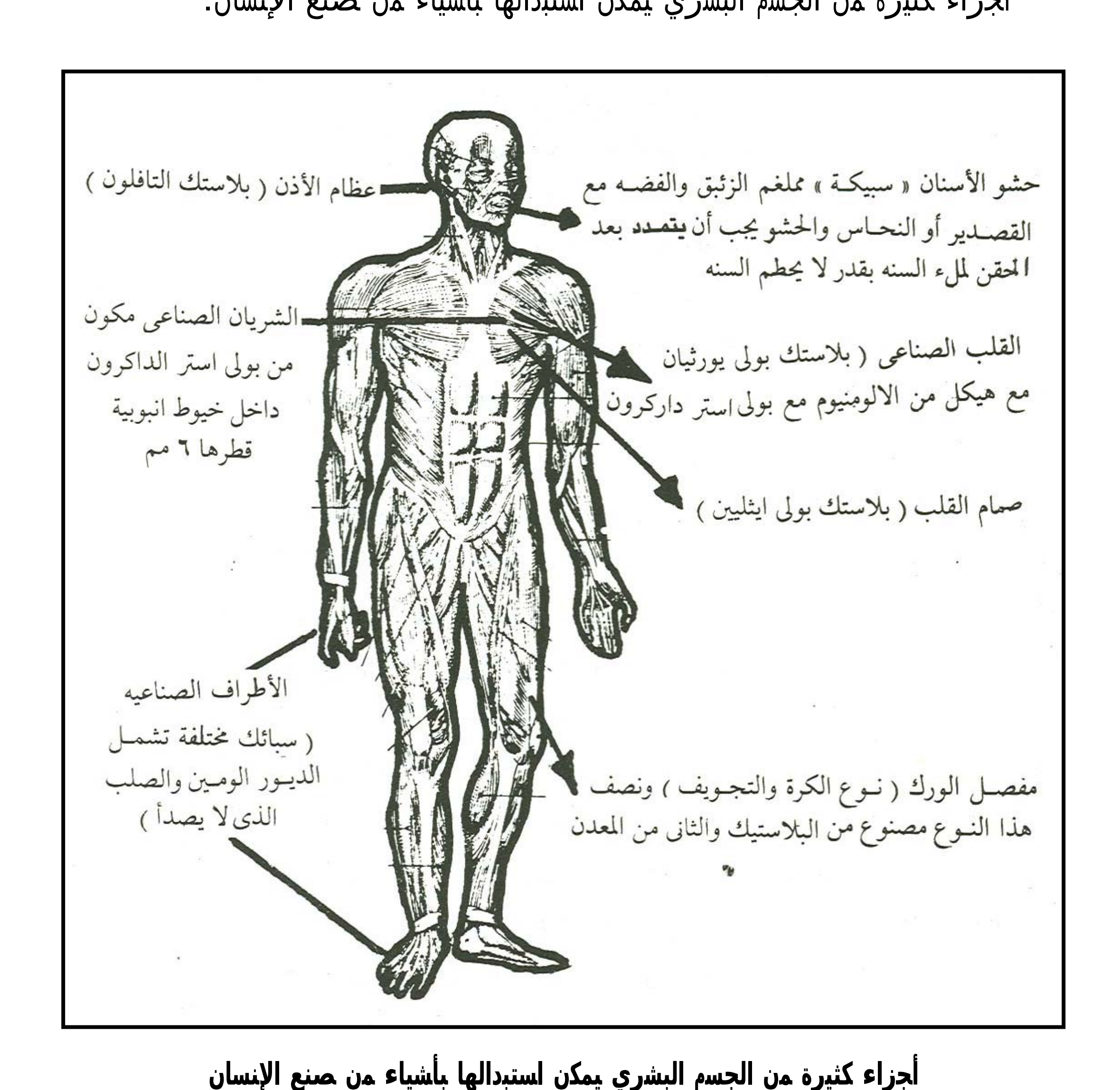
وربما يكون الاتحاد السوفييتي هو الآخر لم ينتج جديدا منذ ١٩٧٠ بالرغم من أنه لا يوجد أحد متيقن من ذلك في الغرب.

ولا يوجد حظر على صناعة وتخزين الأسلحة الكيميائية بالرغم من أن المملكة المتحدة حاولت الحصول على حظر في عام ١٩٧٦. إن هذه الأسلحة الفتاكة ستبقى مصدر خطر داهم لنا ما بقيت الحياة.

قطع الغيار الجراحية

إن أجزاء كثيرة من جسم الإنسان يمكـن إصـلاحها أو اسـتبدالها بمـواد صـناعية. والبلاستيك والفلزات هي أكثر هذه المواد نفعا، ويتم ذلك وفقًا لمتانتهـا ومرونتهـا، كمـا يـتم اختيارها أيضا لأن الجسم البشري لا يلفظها مثلما يحدث من جانب الجسم عندما يطـرد كليـة مزروعة بدلاً من الكلية الأصلية المستأصلة.

أجزاء كثيرة من الجسم البشري يمكن استبدالها بأشياء من صنع الإنسان.



أجزاء كثيرة من الجسم البشري يمكن استبدالها بأشياء من صنع الإنسان

كارثة السفيسو

في العاشر من يوليو عام ١٩٧٦ حدث انفجار صغير في مصنع كيميائي في مدينة تقع شمالي إيطاليا (منطقة السيسفو). لقد وقع الانفجار بسبب عدم السيطرة على التفاعل الكيميائي الحادث؛ لذا أصبح التفاعل طاردا للحرارة، وزاد الضغط داخل وعاء التفاعل، وطار صمام الأمان، كما تسربت الكيماويات في الهواء، ومن بينها مركب "الداي أوكسين"؛ حيث بلغت كميته ٢ كجم، وسميته تعادل سمية السيانيد ١٥٠ مرة.. لقد انسكب الداي أوكسين جنوب المصنع فوق مساحة يقطنها ٢٠٠٠ نسمة، وقد تم تسجيل حالات نفوق الحيوانات يوم ١٥ يوليو، كما تم تسجيل حالات طفح جلدي على الأطفال بعد يوم واحد، وفي يوم ٢٢ يوليو تم تسجيل ما يزيد على ٣٠ حالة ظهرت عليهم علامات الحروق والتسمم.

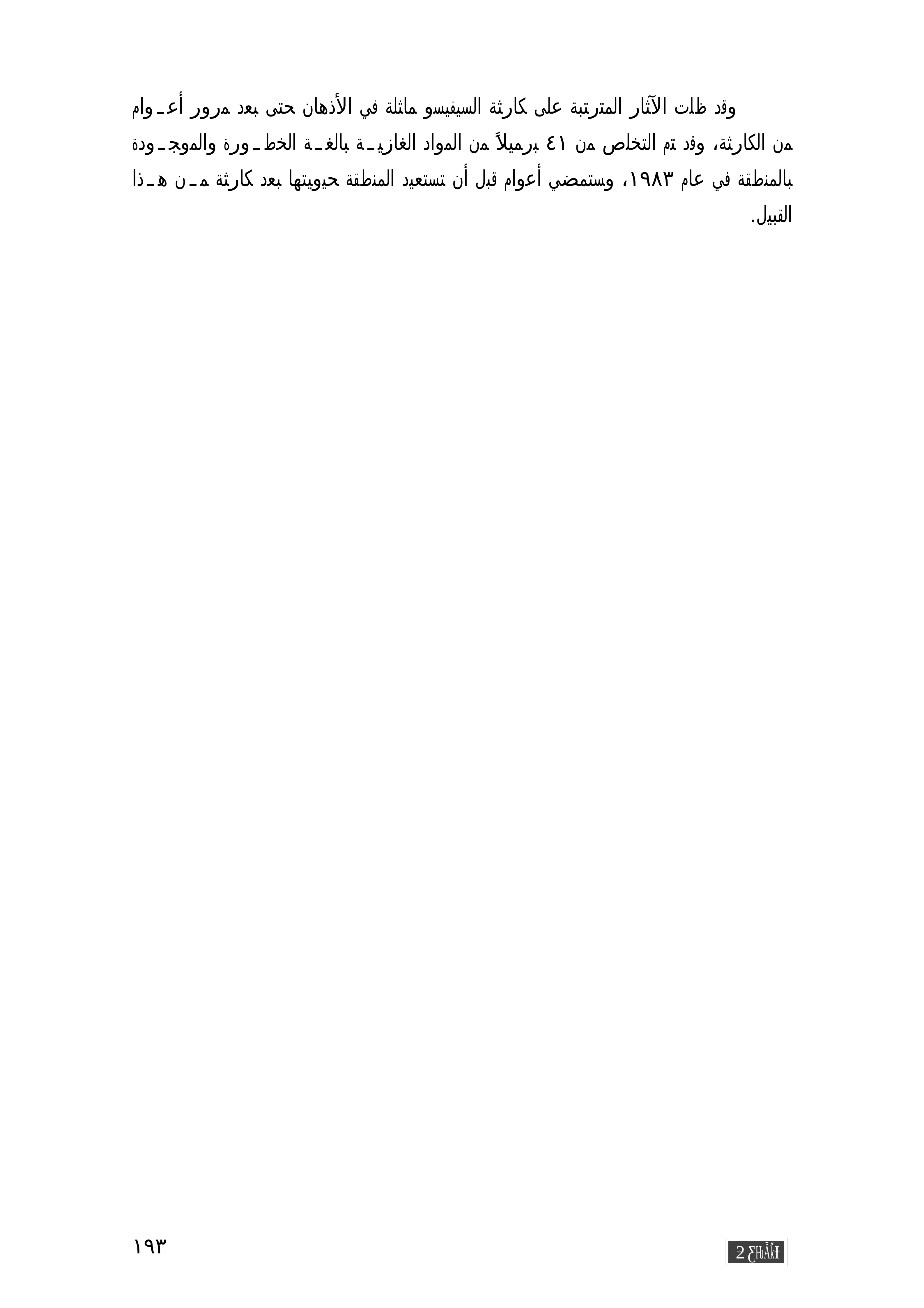
والغريب أن أولي الأمر في المنطقة قالوا إن الأمر غير خطير، ولا يبعث على القلق؛ وذلك لجهلهم بأن الداي أوكسين تسرب خارج المصنع، كما أن مؤسسة هوفمان لاروش مالكة المصنع لم تحذر الناس ضد هذا الخطر.

ومعلوم أن الداي أوكسين يسبب مخاطر كبيرة ضد الكليتين والكبد والمعدة والأمعاء وأعضاء أخرى عديدة، كما شوهدت علامات تأثر واضحة على كلى وكبد سكان منطقة السيفيسو، كما عانى العديد من المواطنين من مرض الكلورانس؛ وهو صورة مريعة من مرض حب الشباب، وهذا المرض يمكن أن يشوه مظهر الأفراد لمدة تزيد على ١٥ عاما.

وبعد أسبوعين لاحظ الناس أن الداي أوكسين قد تسرب، وعندما علموا بذلك صدرت الأوامر لهم بترك المنطقة، فتم إجلاء الأطفال ثم الكبار فيما بعد، وبعد ٣ أسابيع تم إجلاء ٢٠٠٠ نسمة من المنطقة أو ما يزيد على هذا الرقم.

والداي أوكسين يمكن أن يسبب تشوهات خلقية، وقد تأثرت الحوامل بدرجة كبيرة، وقامت نساء كثيرات بإجراء عمليات الإجهاض. وبالرغم من ذلك فإن الإجهاض كان ممنوعا بمقتضى القانون الإيطالي لحظة الانفجار، وكانت هناك سيدات إيطاليات كثيرات كاثوليكيات والكنيسة الكاثوليكية تمنع الإجهاض، وأخيرا فإن كثيرا من الناس تألمت وتضررت بسبب هذه الكارثة؛ مما دفع الحكومة الإيطالية لتمرير قانون يبيح حق الإجهاض، وبالرغم من ذلك فالكنيسة الكاثوليكية ما زالت لا تبيح حق الإجهاض.

إن الشركة مالكة المصنع لم تقم بإخطار السكان المحليين بخطر الداي أوكسين، وبالتالي لم يتخذوا إجراءات الأمان الكافية. وقد حاول العلماء الموجودون بالمصنع أن يعرفوا المعلومات الكافية حول هذه المخاطر ولكن الإدارة ظلت صامتة حتى بعد مرور أسبوعين من الكارثة؛ ولذا كان الوقت متأخرا للغاية فقد نفقت الحيوانات كما تأثر العديد من الأفراد في المنطقة بدرجة كبيرة بسبب هذا السم الزعاف.



وقد ظلت الآثار المترتبة على كارثة السيفيسو ماثلة في الأذهان حتى بعد مرور أعـوام من الكارثة، وقد تم التخلص من ٤١ برميلاً من المواد الغازيـة بالغـة الخطـورة والموجـودة بالمنطقة في عام ١٩٨٣، وستمضي أعوام قبل أن تستعيد المنطقة حيويتها بعد كارثة مـن هـذا القبيل.

فلورة مصادر المياه

عندما يبلغ أطفال المملكة المتحدة الخامسة عشرة من عمرهم؛ فـإن عـشرة مـن كـل ٢٨ سنا تصاب بالسوس أو الفقدان أو الحشو في المتوسط، بل إن واحدا من كل ٣ بالغين مـن العمر ١٦ عاما أو يزيد ليس له أسنان طبيعية، وحوالي ٧٠٠٠ طقم أسنان يتم توزيعها سـنويا على طلاب المدارس، وهذا يدمر صحة الأسنان ويسبب آلاما ومشاكل لأناس كثيرين، وخاصـة الأطفال الصغار، وهذا أمر مكلف لأننا ندفع الضرائب ونوجهها للعلاج؛ فماذا يمكن أن نفعل؟

والإجابة هي فلورة مصادر المياه، ويتم ذلك بإضافة فلوريد الصوديوم للماء ويبلغ عدد شاربي الماء المفلور بالمملكة المتحدة ٥ ملايين.

الفلوريد وتسوس الأسنان: إن مئات الدراسات من كل أنحاء العالم أثبتت أن الفلوريد يقلل من تسويس الأسنان وسنذكر مثالين للتدليل على صحة ذلك:

١- لقد تم عمل مسح في عام ١٩٧٩ وعقدت مقارنة بين منطقتـي دروتـيش "المفلـورة" وهيرفورد "غير المفلورة"، وتبين أنه من بين كل طفل يبلغ خمسة أعوام من درويـتش هناك سن واحدة مسوسة في المتوسط، بينما في هدفورد فإن طفلاً واحدا له أربع أسنان مسوسة.

٢- بعد مرور عشرة أعوام على عملية الفلورة في برمنجهام فإن الزيارات الطارئة لطبيب الأسنان بمعرفة الأطفال انخفضت من ١٠٥٠٠ إلى ١٥٠٠ حالة سنويا.

مشاكل الفلورة:

إن الفلوريدات شأنها شأن معظم الكيماويات من الممكن أن تضر في الكميات الكبيـرة؛ لذا فهي تضاف للماء بكميات ضئيلة تبلغ ١ مللي جم لكل لتر، بل إن بعـض مـصادر الميـاه الطبيعية تحتوي على هذه النسبة ذائبة فيها، وهاتل بول مثال على ذلـك، فهنـاك ٥١ % مـن الأطفال الذين يبلغون خمسة أعوام لا يعانون من تسوس الأسنان، وأقل من ٢٥ % ممن بلغـوا خمسة أعوام ينتظرون التسوس، ومدينة يورك (غير المفلورة) لا تعاني من التسوس.

ومرة ثانية يبدو أن الماء المفلور ينقص من مرض تسوس الأسـنان، ولا يوجـد دليـل واضح على أن الماء المفلور يسبب مشاكل على الإطلاق، ومـن المحتمـل أن تـسمم نفـسك باستخدام الفلوريد، ولكن لن يحدث التسمم باستخدام الماء المفلور، ولكن ستموت عندما تـشرب الجرعة المميتة ومقدارها ٢٥٠٠ لتر.

الاختيار الصحيح:

عند فلورة مصادر المياه سيشرب كل فرد منها، ولكن البعض يعارض ذلك بالرغم من أن الماء المفلور يقلل تسوس الأسنان، ولا يسبب أي مشاكل صحية للآخرين وقولهم هو اختيار الماء الذي يشربونه.

إن الماء المفلور صحي للأطفال ويذهب معارضو الفلورة إلى ضرورة إتمام الفلورة بواسطة آباء الأطفال؛ وذلك باستخدام قطرات من الفلوريد الذي يتم شراؤه من الصيدلي، وبالرغم من ذلك فإن تسوس أسنان الأطفال يؤكد عدم اهتمام آبائهم لعمل شيء ضد التسوس.

كيميائيات شائعة

الاسم الشائع	الاسم الصحيح	الصيغة
الكحول	الإيثانول	ك ٢ يد ٥ أ يد
صودا الخبيز (بيكربونات الصوديوم)	بيكربونات الصوديوم	ص يد ك أ ٣
غاز التسخين	البيوتان	ك ٤ يد ١٠
الصودا الكاوية	هيدروكسيد الصوديوم	ص أ يد
الطباشير	كربونات الكالسيوم	كا ك أ ٣
ملح أبسوم "الملح الإنجليزي – المترجم"	كبريتات المغنسيوم	مغ كب أ ٤، ٧ يد ٢ أ
الجير الحي	أكسيد الكالسيوم	كا أ
الحجر الجيري	كربونات الكالسيوم	كا ك أ ٣
الرخام	كربونات الكالسيوم	كا ك أ ٣
لبن المغنسيا	أكسيد المغنسيوم	مغ أ
الغاز الطبيعي	الميثان	ك يد ٤
بلاستر باريس	كبريتات الكالسيوم	كا كب أ ٤
الملح	كلوريد الصوديوم	ص كل
الرمل	ثاني أكسيد السليكون	س أ ٢
الجير المطفأ	هيدروكسيد الكالسيوم	كا (أ يد) ٢
الخل	حمض الخليك	ك يد ٣ ك أ أ يد
صودا الغسيل	كربونات الصوديوم	ص ٢ ك أ ٣، ١٠ يد ٢ أ

الصيغ الكيميائية

تعطي الصيغة الكيميائية معلومات مفيدة عن المادة الكيميائية، ورموز الصيغة توضح العناصر التي تحتويها المادة، كما توضح الأرقام عدد الذرات أو الأيونات التي تحتوي عليها.

والمثالان الآتيان يوضحان ما سبق ذكره:

١- **الأمونيا**: وهي مركب تساهمي صيغته ن يد ٣، والصيغة توضح أن الأمونيا تحتوي على النيتروجين والهيدروجين، وكل جزء يحتوي على ذرة نيتروجين وثلاث ذرات هيدروجين. لاحظ أن العدد الموجود بعد كل ذرة أو أيون يوضح عدد الذرات الموجودة. ولا يوجد عدد بعد ذرة النيتروجين، وهذا دليل على أنها ذرة واحدة.

٢- **أكسيد الحديديك**: وهو مركب أيوني صيغته ح ٢ أ ٣. وتوضح الصيغة أن أكسيد الحديديك مركب يحتوي على الحديد والأكسجين والأرقام بالصيغة توضح وجود ذرتي حديد وثلاث ذرات أكسجين.

صيغ المركبات التساهمية:

هناك قواعد تحكم صيغ المركبات التساهمية، ولكنها غالبا ما تهمل، ومن الأفضل تعلم صيغ المركبات التساهمية الشائعة لأنها قليلة العدد، وهي واردة بالجدول رقم (١).

صيغ المركبات الأيونية:

للتعرف على صيغة المركب الأيوني، فمن الضروري معرفة صيغ الأيونات. والجدول رقم (٢) يوضح صيغ الأيونات الشائعة، والمركبات الأيونية تحتوي على أيونات مشحونة، ولكن المركب لا يحتوي على شحنات لأن مجموعة الشحنات الموجبة والسالبة على السواء صفر.

١ – كلوريد الصوديوم:

يحتوي كلوريد الصوديوم على أيون موجب الشحنة، وأيون الكلوريد سالب الشحنة، والشحنة الموجبة تعادل الشحنة السالبة، وعليه فإن صيغة كلوريد الصوديوم هي ص كل.

(ص $^{+}$ + كل $^{-}$ = ص كل)

لاحظ أن الشحنات الكهربية للأيونات تكتب أعلى اليسار، ولا تكتب الصيغة ص + كل – بالرغم من أن الأيونات تحتفظ بشحنتها الموجبة والسالبة على السواء في البلورة.

٢ – كربونات الصوديوم:

يحتوي كربونات الصوديوم على أيوني صوديوم موجبي الشحنة وأيون كربونات سالب الشحنة ك أ ٣ $^{--}$، وهناك أيونا صوديوم يحمل كل منهما شحنة واحدة موجبة لمعادلة الشحنة

السالبة الموجودة على أيون الكربونات، وتكتب صيغة كربونات الصوديوم على النحو الآتي ص ٢ ك أ ٣ لتوضيح هذا الارتباط:

ص +

ك أ ٣ - - = ص ٢ ك أ ٣

ص +

٣ – هيدروكسيد الكالسيوم:

يحتوي هيدروكسيد الكالسيوم على أيون الكالسيوم الذي يحمل شحنة موجبة مزدوجة كل + ٢، وأيون الهيدروكسيد أ يد -. ولمعادلة الشحنة الموجبة المزدوجة التي يحملها أيون الكالسيوم فإننا نحتاج إلى مجموعتي هيدروكسيد، وعليه تكتب صيغة هيدروكسيد الكالسيوم على النحو الآتي، والأقواس التي تحيط بمجموعتي الهيدروكسيد ضرورية لتبيان وجود مجموعتي هيدروكسيد، وكذلك تستخدم الأقواس في حالة المجموعات الذرية (التي تحتوي على عدة ذرات).

كا + ٢ أ يد - = كا (أ يد) ٢

أ يد -

٤ – أكسيد الحديديك:

يحتوي أكسيد الحديديك على أيونات الحديديك ثلاثية الشحنة الموجبة، وأيون الأكسيد سالب الشحنة المزدوج. وأبسط طريقة لكتابة الصيغة في حالة تعادل للشحنات هو وجود أيوني حديديك مرتبطين بثلاثة أيونات أكسيد سالبة، وعليه تكون الصيغة على النحو الآتي:

ح + ٣ أ – ٢

أ - ٢

ح + ٣ أ - ٢ = ح ٢ أ ٣

أ - ٢

المعادلات الكيماوية والحسابات الكيميائية

إن المعادلات الكيميائية التي تستخدم الرموز بدلاً من الألفاظ؛ لها فائدتان رئيسيتان، أولاهما الاختصار الكيميائي أو الاختزال الكيميائي، وعندما تمتلك المهارة فمن الأسرع والأيسر أن تكتب المعادلات الرمزية عن المعادلات اللفظية، أما الفائدة الثانية فهي الحسابات الكيميائية، فعند كتابة المعادلة الكيميائية من المحتمل أن تستنتج كم من المواد الكيميائية ستتفاعل مع الكم الآخر من المواد الكيماوية. ومن الواضح أن الكيميائيين يحتاجون لمعرفة كم قدر المواد الكيماوية الذي يحتاجونه إذا ما رغبوا في عمل تفاعل كيميائي.

المعادلات الكيميائية:

إن المرحلة الأولى في كتابة معادلة كيميائية هي كتابة الصورة اللفظية لها، وبتمرين أكثر يمكن إغفال هذه المرحلة، وكمثال عندما يتفاعل ثاني أكسيد الكربون مع الكربون (التفاعل الذي يحدث في الفرن اللافح أثناء صناعة الحديد)؛ فإن المعادلة تكتب على النحو الآتي:

كربون = ثاني أكسيد الكربون ←—— أول أكسيد الكربون

والكيماويات التي تتفاعل معا (المتفاعلات) تكتب على يسار السهم، أما نواتج التفاعل فتكتب على يمين السهم هذا بالإنجليزية، ولكن الأمر يختلف عن الكتابة بالعربية، والخطوة التالية تتمثل في كتابة صيغة كل مادة كيميائية في المعادلة.

كربون + ثاني أكسيد الكربون ←—— أول أكسيد الكربون

ك + ك أ ٢ ←—— ٢ ك أ

والمرحلة الأخيرة تتمثل في وزن المعادلة. إن الذرات لا تخلق أو تفنى في التفاعلات الكيميائية، وهذا يعني أن النواتج لها نفس عدد المتفاعلات (المواد المتفاعلة والناتجة متساوية عددا ونوعا).

والمعادلة السابقة لا توضح ما سبق ذكره؛ فالمتفاعلات تحتوي على ذرتي كربون وذرتي أكسجين بصفة إجمالية، بينما النواتج تحتوي على ذرة كربون وذرة أكسجين، والمعادلة يتم وزنها بأن تحتوي على جزيئين من النواتج (أول أكسيد الكربون) كما يلي:

ك + ك أ ٢ ←—— ٢ ك أ

ذرة + جزيء ←—— ٢ جزيء.

وعليه فالمتفاعلات والنواتج الآن تحتوي على نفس العدد من الذرات.

وتفاعل النيتروجين والهيدروجين لإنتاج الأمونيا هو مثال لتفاعل معقد، والمعادلة اللفظية على النحو الآتي:

نيتروجين + هيدروجين ← أمونيا

وباستخدام الصيغ السليمة فإن المعادلة تصبح:

ن ٢ + يد ٢ ← ن يد ٣

ويتم وزن المعادلة باستخدام جزيء واحد من النيتروجين، وثلاثة جزيئات هيدروجين، وعليه ينتج لدينا جزيئان من الأمونيا.

ن ٢ + ٣ يد ٢ ← ٢ ن يد ٣

ومن الضروري وزن المعادلة لأن المتفاعلات والنواتج كلاهما يحتويان على ذرتين نيتروجين وست ذرات هيدروجين معا.

الحسابات الكيميائية:

افترض أن أحد الكيميائيين محتاج لمعرفة كمية الجير (أكسيد الكالسيوم) الممكن الحصول عليه من ١٠٠ جم جير حي (كربونات كالسيوم)؛ فإن معادلة التفاعل المطلوبة أولاً:

كربونات كالسيوم ← أكسيد كالسيوم + ثاني أكسيد الكربون

كا ك أ ٣ ← كا أ + ك أ ٢

والمعادلة السابقة موزونة، وعليه فالحاجة غير قائمة لتعديلها، وهي توضح لنا أن جزيء كربونات كالسيوم يعطينا جزيئًا من أكسيد الكالسيوم، وجزيئًا آخر من ثاني أكسيد الكربون.

كا ك أ ٣ ← كا أ + ك أ ٢

وحدة جزيئية ← وحدة جزيئية + جزيء

والاصطلاح "وحدة جزيئية" يستخدم بدلاً من جزيء لكل من كربونات الكالسيوم وأكسيد الكالسيوم؛ وذلك لأن هذه المركبات أيونية وليست مكونة من جزيء، وكل ما يريد الكيميائي معرفته هو الكتل النسبية لكربونات الكالسيوم وأكسيد الكالسيوم وثاني أكسيد الكربون، وهذا يمكن الوصول إليه من الأوزان الذرية النسبية لعناصر هذه المركبات، والتي يمكن الحصول عليها من الجدول الدوري لترتيب العناصر.

الأوزان الجزيئية النسبية والكتل الذرية النسبية:

إن الوزن الجزيئي النسبي لمركب أيوني مثل كربونات الكالسيوم، والوزن الذري النسبي لمركب غير أيوني مثل ثاني أكسيد الكربون؛ يمكن الوصول إليهما بإضافة الأوزان الجزيئية النسبية. والأوزان الذرية النسبية المطلوبة هي:

ك = ١٢   أ = ١٨   كا = ٤٠

وعليه فالوزن الجزيئي لكربونات الكالسيوم = ١٠٠، أكسيد الكالسيوم = ٥٦، ثاني أكسيد الكربون = ٤٤

كا = ٤٠	كا = ٤٠	ك = ١٢
ك = ١٢	أ = ١٦	أ ٢ = ٣٢
أ ٣ = ٣ × ١٦ = ٤٨		
-----	-----	----
١٠٠	٥٦	٤٤

إدخال الأوزان النسبية في المعادلات:

يمكن كتابة الكتل أو الأوزان النسبية تحت الصيغ في المعادلات الموزونة:

كا ك أ ٣ ⟵ كا أ + ك أ ٢

١٠٠ ⟵ ٥٦ + ٤٤

وتوضح الحسابات أن ١٠٠ جم من كربونات الكالسيوم ستعطي ٥٦ جم أكسيد كالسيوم، ٤٤ جم ثاني أكسيد الكربون. وبالمثل يمكن استخدام هذه الأفكار للتفاعلات الأخرى؛ ففي هذا المثال الأخير تصور أنك محتاج لمعرفة كمية الأكسجين اللازمة لحرق ١٦ جم ميثان. والمعادلة الموزونة توضح أن جزيئًا واحدا من الميثان يتفاعل مع جزيئين من الأكسجين لإنتاج جزيء واحد من ثاني أكسيد الكربون وجزيئين ماء:

ك يد $_{٤}$ + ٢ أ $_{٢}$ ⟵ ك أ $_{٢}$ + ٢ يد $_{٢}$ أ

جزيء + جزيئين ⟵ جزيء + ٢ جزيء

والأوزان الذرية النسبية المطلوبة هي:

يد = ١ ك = ١٢ أ = ١٦

وعليه فالوزن الجزيئي للميثان هو ك يد $_{٤}$ = ١٦ والوزن الجزيئي للأكسجين = ٣٢:

ك = ١٢ أ $_{٢}$ = ٣٢ (٢ × ١٦)

٦ أ = ٤/ $_{١٦}$ (٤ × ١)

والوزن النسبي للأكسجين أ $_{٢}$ = $_{٣٢}$/ $_{٣٢}$ (٢× ١٦)

والأوزان الجزيئية تكتب تحت المعادلة مع الوضع في الاعتبار أن هناك جزيئي أكسجين مطلوبين في التفاعل مع جزيء ميثان.

ك يد ٤ + ٢ أ ٢ ⟵ ك أ ٢ + ٢ يد ٢ أ

١٦ + ٦٤ ⟵ ٤٤ + ٣٦

وتوضح الحسابات أن ١٦ جم من الميثان تحتاج ٦٤ جم أكسجين لتحترق تماما.

الحسابات من الصيغ:

إن المعادلة ضرورية لكل الحسابات الكيميائية، حتى إذا كان المطلوب فقط حساب عنصر واحد. وجوال اليوريا يحتوي على بطاقة يكتب عليها "٤٦ ن"، وهي تستخدم لإيضاح أن سماد اليوريا يحتوي على ٤٦ % نيتروجين، ومن الممكن التوصل إلى أن النسبة المئوية للنيتروجين في اليوريا ك أ (ن يد ٢) ٢ هي ٤٦ % بالحساب، كما أن الوزن الجزيئي لليوريا هو ٦٠، وناتج من الحساب الآتي:

ك = ١٢

أ = ١٦

ن = ٢٨ (٢ × ١٤)

يد = ٤ (٤ × ١)

- - - -

٦٠

وواضح أن ٢٨ وحدة ذرية تمثل النيتروجين في اليوريا ذات الوزن الجزيئي ٦٠، وعليه فإن النسبة المئوية للنيتروجين هي $^{٢٨}/_{٦٠}$ × ١٠٠ = ٤٦,٧ %.

ويمكن أيضا حساب النسبة المئوية لكل عنصر بأي مركب بنفس الطريقة السابقة، وبحساب مماثل يمكن التوصل إلى كمية أي فلز يمكن استخلاصه من كمية معينة من الخام الخاص به. تصور أنك تريد حساب كمية الحديد المستخلص من أكسيد الحديديك (ح ٢ أ ٣). وزن الصيغة الجزيئية لأكسيد الحديديك هي ١٦٠ وهي كالتالي:

ح = ١١٢ (٢ × ٥٦)

أ = ٤٨ (٣ × ١٦)

- - -

١٦٠

ويمثل الحديد ١١٢ وحدة وهي إجمالي الوزن الجزيئي لأكسيد الحديديك. وهذا يعني أن ١١٢ جم حديد يمكن الحصول عليها من ١٦٠ جم أكسيد حديديك.

كشاف يحتوي على ١٠٠ مصطلح كيميائي

الأحماض : كيماويات تحتوي على الهيدروجين القابل للإحلال بفلز ويمكن معادلة الأحماض بقواعد وقلويات وفلزات وكربونات فتكون أملاحا.

تفاعل البلمرة بالإضافة : تكوين بوليمرات بإضافة جزيئات بسيطة التركيب إلى بعضها البعض.

الكحولات : فصيلة من المركبات العضوية تحتوي على مجموعة الهيدروكسيد (- أ يد).

القلويات : قواعد تذوب في الماء وتتعادل عند تفاعلها مع الأحماض مكونة أملاحا.

الألكانات : فصيلة من الكيماويات العضوية وهي هيدروكربونات تحتوي على رابطة أحادية بين ذرات الكربون. وتسمى أيضا البرافينات (المترجم).

الألكينات : فصيلة من الكيماويات العضوية وهي هيدروكربونات تحتوي على رابطة مزدوجة بين ذرات الكربون. وتسمى أيضا الأوليفينات أو الإثيلينات (المترجم).

التآصل : ظاهرة وجود صور بللورية مختلفة من نفس العنصر؛ أي تشابه الخواص الكيميائية واختلاف الخواص الطبيعية والماس والجرافيت هي صور تآصلية لعنصر الكربون (المترجم).

السبيكة : خليط من عدة عناصر.

جزيء ألفا : جزيء ينبعث من أنوية العناصر المشعة وهي نواة ذرة الهليوم وتحتوي على بروتونين ونيوترونين.

الملغم : سبيكة من الزئبق وعنصر آخر، ومثال لذلك ملغم الصوديوم (المترجم).

الأنود : الألكترود الموجب في عملية التحليل الكهربي.

الأنودة : طريقة أو عملية بوساطتها يمكن زيادة طبقة الأكسيد على سطح قطعة الألومنيوم.

الذرة : أصغر جزء من العنصر يمكنه الاشتراك في التفاعل الكيميائي.

العدد الذري : عدد البروتونات في نواة ذرة العنصر، ويساوي أيضا عدد الإلكترونات (المترجم).

القواعد : هي كيماويات يمكنها التفاعل مع الأحماض لتكوين أملاح وماء فقط.

جزيء بيتا : إلكترون ينبعث من نواة ذرة العنصر المشع.

المواد التي تتآكل بيولوجيا : هي مواد تنهار أو تتآكل بواسطة الكائنات الحية وعادة البكتريا.

نقطة الغليان : هي درجة الحرارة التي يغلي عندها السائل.

الحافز : مادة تعمل على حفز أو إبطاء التفاعل الكيميائي بدون الدخول فيه بمعنى عدم الاشتراك في التفاعل الكيميائي.

الكاثود : الإلكترود السالب في عملية التحليل الكهربي.

الكروموتوجرافي : طريقة تستخدم لفصل المواد، وعادة تكون هذه المواد ملونة، وهذه المواد الكيماوية تنفصل عندما تتحرك عبر مادة مثل الورق.

الاشتعال : الاحتراق، ويستلزم تضافر ثلاثة عناصر هي أكسجين الهواء بنسبة لا تقل عن ١٥ %، ومادة قابلة للالتهاب، وحرارة الاشتعال (المترجم).

المركب : مركب كيميائي ينتج من عنصرين أو أكثر يتحدان معا.

التكاثف : عملية تحول من الغاز أو البخار إلى سائل.

الموصل : مادة تسمح للكهرباء بالسريان خلالها "الموصل الكهربي" أو الحرارة (الموصل الحراري).

التآكل : هي عملية اضمحلال أو تآكل المادة بواسطة الهواء أو الماء أو الأحماض، وصدأ الحديد مثال واضح لعملية التآكل الكيميائي.

الرابطة التساهمية : هي القوة الرابطة بين ذرتين في جزيء، وتتكون هذه الرابطة بمساهمة كل ذرة بإلكترون.

التكسير : هي عملية تحطم الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات صغيرة، وتكسير الألكانات في الزيت الخام إلى ألكينات مثل هام لعملية التكسير.

البلورة : مركب صلب يحتوي على ذرات أو جزيئات أو أيونات مرتبة في شكل منظم.

الانتشار : حركة الجزيئات خلال الغازات أو المحاليل لتكون مخلوطـًا منتظما.

تفاعل الإزاحة : تفاعل يتم فيه إزاحة عنصر من مركبه بواسطة عنصر آخـر أكثر نشاطًا.

التقطير : طريقة بواسطتها يتحول السائل إلى بخار بالحرارة، ثم يعـاد تكثيفه مرة ثانية إلى سائل وبواسطة هذه الطريقـة يـتم تنقيـة السوائل.

الإلكترود : موصل يسري خلاله التيار الكهربي دخولاً أو خروجا عبـر الإلكتروليت.

التحليل الكهربي : عملية تحال كيميائي بواسطة الكهرباء.

خلية التحليل الكهربي : الوعاء الذي تتم فيه عملية التحليل الكهربي.

الإلكتروليت : المادة التي تسمح للكهرباء بالمرور خلالها وتكون سـائلاً أو محلولاً وتتحال.

الإلكترون : جسيم صغير جدا يحمل شحنة سالبة ويـدور حـول أنويـة الذرات.

مدارات الإلكترونات : الفراغات الموجودة حول النواة وتتواجد بها الإلكترونات.

الطلاء الكهربي : عملية تغطية سطح مادة بطبقة من فلـز باسـتخدام عمليـة التحليل الكهربي.

العنصر : مادة لا يمكن أن تتكسر أو تتحول لأبسط من ذلـك بـالطرق الكيميائية المعروفة.

الماص للحرارة : هي الحالة التي يوجد عليها التفاعل الكيميائي الـذي يمـتص الحرارة.

المعادلة طريقة وصف التفاعل الكيميائي باستخدام الألفاظ أو الرمـوز (الصيغ) لكل المواد الكيماوية الداخلة أو الخارجة من التفاعل.

التبخير : عملية تحول سائل على غاز أو بخار.

طارد للحرارة : حالة تصف التفاعل الكيميائي الذي تنبعث منه حرارة.

التخمر : هي عملية تحول الكربوهيدرات (المواد الكربونية المعقدة التركيب) إلى مواد أبسط تركيبا بأنزيمات الخميرة.

الترشيح : عملية فصل الجوامد من السوائل بإمرار المخلوط خلال ورقة ترشيح، والسائل المتبقي يسمى الرشيح أما المادة الصلبة المتبقية على ورقة الترشيح فتسمى الراسب.

الصيغة : طريقة وصف عدد الذرات المختلفة أو الأيونات التي تحتويها مادة.

التقطير التجزيئي : عملية فصل السوائل ذات درجات الغليان المختلفة بتجميع المقطرات (القطفات) في درجات حرارة مختلفة.

أشعة جاما : نوع من الإشعاع مشابه لأشعة إكس ينبعث من الكيماويات المشعة.

فترة نصف العمر : هي الفترة الزمنية التي تستقر فيها مادة مشعة ليتحال "نصفها فقط" (المترجم).

فترة نصف العمر : هي الفترة الزمنية التي تستقر فيها مادة مشعة ليتحال "نصفها فقط" (المترجم).

الهيدروكربون : مركب كيميائي يحتوي على الكربون والهيدروجين فقط.

المادة الشائبة : مركب كيميائي يحتوي على مادتين كيماويتين أو أكثر ليست لها نفس صيغته الأساسية.

الدليل : مركب كيميائي يتلون بلون مخالف عن لونها لأصلي في الوسط الحمضي أو القاوي.

العازل : مادة لا تسمح للتيار الكهربي بالمرور خلالها (عازل كهربي) أو للحرارة بالمرور خلالها فتسمى "العازل الحراري".

الأيون : ذرة تحمل شحنة كهربية أو مجموعة ذرية تحمل شحنة كهربية.

المركب الأيوني : مركب يحتوي على أيونات ويتميز بارتفاع درجة الانصهار.

الأيزوميرات : مركبات لها نفس الصيغة الكيماوية ولكن تختلف عملية ترتيب الذرات فيها.

الأيسوتوبات : ذرات لنفس العنصر ولكن عدد النيوترونات مختلف.

الليثوسفير : القشرة الأرضية.

عدد الكتلة : العدد الكلي للبروتونات والنيوترونات في نواة الذرة.

نقطة الانصهار : الدرجة التي يتحول عندها المركب أو العنصر الجامـد إلـى سائل.

الجزيء : مجموعة صغيرة من الذرات متصلة بعضها ببعض.

التعادل : عملية تفاعل بين حمضي وقلوي أو قاعدة.

النيوترون : جسيم صغير كتلته الوحدة وعديم الشحنة، موجود فـي نـواة ذرة العنصر.

غير الموصل : مادة لا تسمح بالكهرباء أو الحرارة بالمرور خلالها.

اللا إلكتروليت : مادة لا يمكن أن تتحال كهربيا.

النواة : الجزء المركزي من الـذرة، وتحتـوي علـى البروتونـات والنيوترونات.

الخام : مركب يمكن استخلاص فلز أو مادة مفيدة منه وتحتوي دائما على شوائب.

الأحماض العضوية : فصيلة من المركبات العـضوية تحتـوي علـى مجموعـة الكربوكسيل (- ك أ أ يد).

الكيماويات العضوية : مركبات أساسها ذرة الكربون، وموجودة بكثرة في الكائنـات الحية.

الأكسدة : تفاعل بين مركب كيميائي والأكسجين.

العامل المؤكسد : مركب كيميائي يؤكسد مركبا آخر.

التخليق الضوئي : عملية تحويل ثاني أكسيد الكربون والماء إلى مركبات معقـدة بالنباتات الخضراء بواسطة الطاقة الشمسية.

الأس الهيدروجيني : مقياس من ١ – ١٤ لقياس حمضية المحاليل، والرقم ٧ على هذا المقياس يمثل حالة التعادل أما الأرقام الأقل من ٧ فتمثـل حالة الحمضية والأرقام الأعلى مـن ٧ تمثـل حالـة القلويـة (المترجم).

البوليمر : جزيء كبير يتكون من اتحاد عدد صغير من الجزيئات.

البلمرة : التفاعل الكيميائي الذي يؤدي لتكوين بلويمر.

الراسب : المادة الجامدة التي تتكون في تفاعل يحتوي على محلول.

البروتون : جسيم كتلته الوحدة ويحمل شحنة موجبة موجودة في نواة الذرة.

النقي : مادة كيماوية تحتوي على مركب واحد (خالية من الشوائب).

الإشعاع : الطريقة التي تخرج بواسطتها الطاقة من مركب كيميائي.

النشاط الإشعاعي : الطريقة التي تصف عملية تحلل ذرة وينتج عنها خروج إشعاع.

تفاعل الأكسدة والاختزال : هو تفاعل يتضمن حدوث الأكسدة والاختزال معا.

العامل المختزل : عملية انتزاع الأكسجين من مركب كيميائي.

الاختزال : عملية انتزاع الأكسجين من مركب كيميائي.

الكتلة الذرية النسبية : الكتلة النسبية لذرة عنصر بالمقارنة بكتلة ذرة الكربون ذو الوزن الذري ١٢ تماما.

التنفس : عملية التنفس النباتي والحيواني للحصول على الطاقة من الغذاء.

الأملاح : المركبات الناتجة عن عملية تعادل حمض وقاعدة أو قلوي.

التشبع : أ – هيدروكربون يحتوي على رابطة أحادية بين ذرات الكربون.

ب – محلول لا يمكنه إذابة أي مادة صلبة زائدة.

شبه الموصل : مادة تسمح بمرور التيار الكهربي بدرجة محدودة.

المذاب : المادة التي تذاب في مذيب لتكوين محلول.

المحلول : هو الناتج من إذابة مذاب في مذيب.

المذيب : المادة -وغالبا ما تكون سائلاً- التي تذيب مذاب لتكوين محلول.

الصيغة التركيبية : مخطط يوضح كيفية اتصال الذرات معا لتكوين جزيء.

التسامي : العملية التي تتحول فيها المادة الصلبة إلى غاز أو بخار مباشرة دون المرور على الحالة السائلة.

البوليمرات الثرموبلاستيكية : البوليمرات التي تتشكل بالحرارة أو الإسالة معا.

البوليمرات الثرموستينج : البوليمرات المقاومة للحرارة.

غير مشبع : الهيدروكربونات التي تحتوي على رابطة مزدوجة بين ذرات الكربون فيها.

التكافؤ : مقياس القوة الرابطة بين ذرة أو أيون، وتوضح عدد الروابط التساهمية التي يمكن لذرة تكوينها أو عدد الشحنات الكهربية الموجودة على أيون.